

# Monitoring kulika wielkiego w Polsce

*Raport za rok 2016*

Wykonano w ramach projektu pt. „*Monitoring kulika wielkiego w Polsce w latach 2015-2017*”  
współfinansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



Zadanie pt. „*Monitoring kulika wielkiego w dolinie Bugu w roku 2016*”  
dofinansowane przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie



**Warszawa, 2016**

**Opracowanie raportu:**

Michał Żmihorski – *Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala oraz*  
– *Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków*  
e-mail: [michal.zmihorski@gmail.com](mailto:michal.zmihorski@gmail.com)

Dorota Kotowska – *Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków*

**Koordynator projektu:**

Dominik Krupiński - *Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”*  
e-mail: [dominik@bocian.org.pl](mailto:dominik@bocian.org.pl)

**GIS i kartografia:**

Przemysław Obłoz – *Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”*  
e-mail: [przemek@bocian.org.pl](mailto:przemek@bocian.org.pl)

**Strona projektu:**

[www.ochronakulika.pl/monitoring](http://www.ochronakulika.pl/monitoring)

**Projekt realizowany przez:**

Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”  
ul. Radomska 22/32, 02-323 Warszawa  
e-mail: [biuro@bocian.org.pl](mailto:biuro@bocian.org.pl); [www.bocian.org.pl](http://www.bocian.org.pl)

**Zalecany sposób cytowania:**

Żmihorski M, Kotowska D (2016) Monitoring kulika wielkiego w Polsce. Raport za rok 2016. TP Bocian, Warszawa.

**Obserwatorzy terenowi w 2016 roku:**

Krzysztof Bach (Dolina Górnej Biebrzy), Paweł Białomyzy (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Adam Chwaliński (Dolina Górnej Biebrzy), Urszula Biereźnoj-Bazille (Dolina Górnej Biebrzy), Maciej Cmoch (Bagno Pulwy), Piotr Dombrowski (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Natalia Dzikowska (Dolina Górnej Biebrzy), Andrzej Górski (Kurpie), Sylwia Grochowska (Dolina Górnej Noteci), Grzegorz Grygoruk (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Krzysztof Henel (Dolina Górnej Biebrzy, Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Grzegorz Hiero (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Marek Jobda (Kurpie), Dariusz Karp (Dolina Górnej Biebrzy), Michał Korniluk (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Marek Kowalski (Dolina Bugu i Liwca), Łukasz Krajewski (Dolina Górnej Biebrzy, Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Marek Maluśkiewicz (Dolina Dolnej Noteci, Ujście Warty), Piotr Marczakiewicz (Dolina Górnej Biebrzy), Jarosław Mydlak (Żelizna), Przemysław Obłoz (Bagno Pulwy), Damian Ostrowski (Dolina Górnej Noteci), Agnieszka Piróg (Dolina Obry, Dolina Środkowej Warty), Jerzy Rolnik (Dolina Górnej Biebrzy), Zuzanna Rosin (Dolina Górnej Noteci), Mirosław Rzepała (Dolina Bugu i Liwca), Paweł Szałański (Kurpie), Piotr Szczypiński (Dolina Wkry i Mławki, Kurpie), Piotr Świętochowski (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Paweł Tomaszewski (Dolina Dolnej Noteci, Dolina Górnej Noteci), Karol Trzcziński (Kurpie), Tomasz Tumiel (Dolina Dolnej Biebrzy i Wizna), Przemysław Wylegała (Dolina Obry, Dolina Środkowej Warty).

## Zawartość

Streszczenie w języku polskim.....	4
1. Wstęp.....	5
2. Metodyka.....	5
2.1. Wyznaczanie kwadratów.....	5
2.2. Wyznaczanie transektów.....	6
2.3. Liczenia transektowe .....	7
2.4. Uzyskiwane dane .....	7
2.5. Statystyczna analiza danych.....	8
3. Wyniki .....	11
3.1. Cechy kontroli i opis badanych powierzchni .....	11
3.2. Obserwacje kulików wielkich .....	13
3.3. Korelacje między cechami środowiska a występowaniem kulików wielkich.....	25
3.4. Obecność kulików wielkich na kontrolowanych odcinkach transektów .....	28
3.5. Obecność kulików wielkich na kontrolowanych transektach poprawiona o niedoskonałą wykrywalność .....	28
3.6. Zagrożenia dla kulika wielkiego.....	32
4. Wstępne zalecenia dla ochrony kulika wielkiego .....	34
5. Spis literatury .....	35
6. Streszczenie w języku angielskim .....	36

## Streszczenie w języku polskim

Populacja lęgowa kulika wielkiego *Numenius arquata* w Polsce jest skrajnie nieliczna (poniżej 300 par) i w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat znacznie się zmniejszyła. W 2015 roku Towarzystwo Przyrodnicze "Bocian" rozpoczęło projekt „Monitoring kulika wielkiego w Polsce w latach 2015-2017”, dofinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Celem monitoringu jest śledzenie zmian liczebności populacji lęgowej kulika wielkiego w najważniejszych ostojach tego gatunku w kraju oraz wskazanie cech środowiska wpływających na jego liczebność. Monitoring ten prowadzony jest na 413 powierzchniach zlokalizowanych w 12 ostojach i polega na trzykrotnym w ciągu sezonu lęgowego liczeniu kulików wielkich wzdłuż 413 transektów (o długości 2 km każdy). Liczenia są wykonywane przez wykwalifikowanych obserwatorów, a zebrane dane podlegają interpretacji statystycznej, dostarczając wiedzy w kwestiach przedstawionych w celu monitoringu.

W 2016 roku obserwowano 587 osobników kulika wielkiego (70 mniej niż w 2015 roku) na 152 powierzchniach (36,8% kontrolowanych powierzchni), czyli o 5 powierzchni więcej niż w 2015 roku. Najwięcej ptaków stwierdzono na Kurpiach, w dolinach Biebrzy i Noteci oraz w ostoi Żelazna. Na występowanie kulika wielkiego wpływał sposób użytkowania gruntów (kuliki unikały powierzchni zalesionych i gruntów ornych), natomiast ich obecność była pozytywnie skorelowana z obecnością innych ptaków z grupy siewek i ptaków krukowatych. Analizy statystyczne uwzględniające wykrywalność kulika wielkiego (prawdopodobieństwo jego stwierdzenia przez obserwatora, jeśli ptak faktycznie jest obecny na danej powierzchni) wskazały, że wykrywalność jest wyższa w miejscach, w których występują ptaki krukowate, w miejscach, w których widoczność jest wyższa (jest mniej przeszkód terenowych przesłaniających obserwatorowi widok), a także podczas kontroli prowadzonych wczesną wiosną (w kwietniu). Po uwzględnieniu efektu wykrywalności stwierdzono, że kuliki wielkie unikają powierzchni zalesionych i istotnie częściej występują w ostojach: Dolina Biebrzy (basen górny i dolny oraz Wizna), Bagno Pulwy i Żelazna. Łącznie stwierdzono kuliki wielkie na 152 powierzchniach, a szacowana rzeczywista liczba zasiedlonych powierzchni wynosi 171. Analiza zagrożeń notowanych przez ekspertów dla poszczególnych odcinków transektów wskazuje, że drapieżnictwo i zbyt wczesny pokos są głównymi problemami dla stanowisk lęgowych kulika wielkiego. Sukcesja i melioracja są wskazywane jako mniej ważne, a zbyt intensywny wypas jest zagrożeniem bardzo rzadko.

Analiza danych z 2016 roku pozwala zarysować wstępnie kilka wniosków dla ochrony kulika wielkiego w Polsce: (1) kuliki unikają lasów, więc działania ochronne powinny zmierzać do utrzymywania ostoi gatunku z możliwie małym udziałem terenów leśnych. (2) W miejscach występowania krukowatych, kuliki wielkie są łatwiejsze do zauważenia, jednak wcale nie występują w takich miejscach częściej. (3) Wypas i jego intensywność raczej nie mają widocznego znaczenia dla występowania kulików. (4) Drapieżnictwo jest wskazywane najczęściej jako główne zagrożenie dla kulika wielkiego, zatem ograniczenie presji drapieżników może być ważne dla ochrony gatunku. (5) Kuliki wielkie współwystępują z innymi ptakami z grupy siewek łąkowych, w tym z gatunkami ginącymi i rzadkimi, są więc wiarygodnymi gatunkami wskaźnikowymi, co jest dodatkowym argumentem za ich ochroną.

## 1. Wstęp

Populacja lęgowa kulika wielkiego w Polsce najprawdopodobniej nie przekracza 300 par (Chylarecki 2014; Żmihorski 2014) i wykazuje drastyczny trend spadkowy w ostatnich dziesięcioleciach (Ławicki et al. 2011). Z uwagi na niską liczebność, trendy spadkowe oraz niestabilność środowiska lęgowego, wynikającą z uzależnienia od użytkowania rolniczego i wahań poziomu wód zalewowych (Berg 1994), populację kulika wielkiego w Polsce należy uznać za silnie zagrożoną wyginięciem. Najnowsze opracowanie europejskie uznaje kulika wielkiego, jako gatunek zagrożony wyginięciem ("*Vulnerable*") w skali zarówno całej Europy, jak i Unii Europejskiej (BirdLife International 2015). Kulik wielki często współwystępuje z innymi gatunkami ptaków o zbliżonych wymaganiach środowiskowych (np. rycyk, czajka) i jest uzależniony od specyficznych cech środowiska, ważnych dla wielu innych gatunków zwierząt, dlatego negatywna dynamika jego liczebności powinna być interpretowana, jako ważny wskaźnik pogarszającej się kondycji ekosystemów łąkowych w Polsce.

W celu podjęcia skutecznego przeciwdziałania obserwowanemu zanikowi lęgowej populacji kulika wielkiego w Polsce kluczowe jest w pierwszej kolejności szczegółowe rozpoznanie rozmieszczenia i dynamiki populacji tego gatunku w jego najważniejszych ostojach. Wskazanie miejsc, w których spadek populacji kulika wielkiego następuje najszybciej oraz ostoi utrzymujących największe populacje tego gatunku, umożliwi właściwe kierowanie działań z zakresu ochrony czynnej. Ponadto, niezbędne jest wskazanie cech środowiska unikanych i preferowanych przez kuliki wielkie, by projektować rozwiązania z zakresu ochrony czynnej lub proponować sprzyjające temu gatunkowi rozwiązania w rolnictwie (np. poprzez system płatności rolno-środowiskowo-klimatycznych). Szczegółowa i aktualna wiedza dotycząca rozmieszczenia, zmian i preferencji środowiskowych kulika wielkiego jest zatem niezbędna dla skutecznej ochrony gatunku.

W 2015 roku rozpoczęty został monitoring kulika wielkiego w Polsce, realizowany przez Towarzystwo Przyrodnicze "Bocian" w ramach projektu pt. „*Monitoring kulika wielkiego w Polsce w latach 2015-2017*”. Projekt został dofinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego nr 6.1 „Ochrona przyrody i krajobrazu”. Celem Monitoringu jest:

1. Śledzenie zmian liczebności populacji lęgowej w najważniejszych ostojach gatunku;
2. Wskazywanie cech środowiska, które wpływają na liczebność i zmiany liczebności gatunku.

## 2. Metodyka

Badania terenowe były prowadzone wzdłuż wyznaczonych transektów zlokalizowanych w głównych ostojach kulika wielkiego w Polsce.

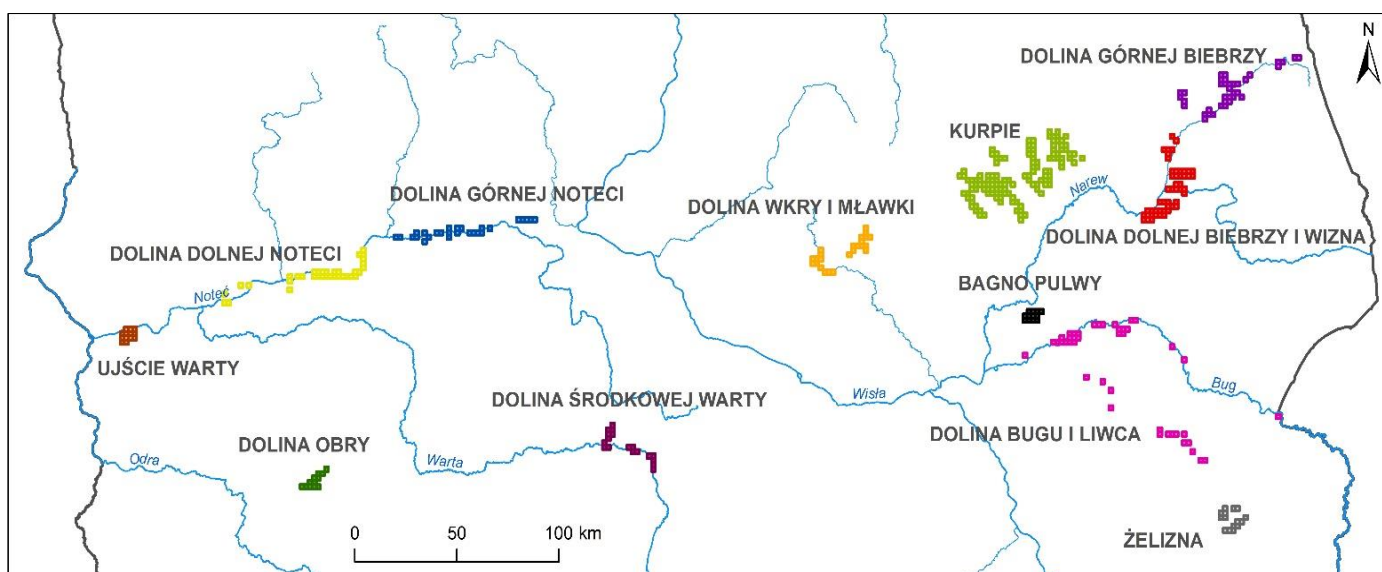
### 2.1. Wyznaczanie kwadratów

Monitoringiem zostały objęte najważniejsze ostoje kulika wielkiego w Polsce. Prace terenowe prowadzono na 413 powierzchniach monitoringowych, zlokalizowanych w 7 województwach: woj. mazowieckie - 179 kwadratów, woj. podlaskie - 110 kwadratów, woj. warmińsko-mazurskie - 3 kwadraty, woj. lubelskie - 16 kwadratów, woj. wielkopolskie - 77 kwadratów, woj. lubuskie - 18 kwadratów, woj. kujawsko-pomorskie - 10 kwadratów. Powierzchnię monitoringową stanowi jeden kwadrat o wymiarach 2 km x 2 km, zdefiniowanych w układzie PUWG 1992.

Sposób wyboru 413 kwadratów do monitoringu był realizowany dwutorowo. W 2013 roku w głównych ostojach kulika wielkiego w Polsce wyznaczono 898 kwadratów o boku 2 km

oraz pokryciu przez użytki zielone przekraczającym 30% (Chylarecki 2013). W latach 2013 i 2014 na 323 spośród wyznaczonych kwadratów przeprowadzono inwentaryzację kulika wielkiego i ekstrapolowano oczekiwaną liczebność tego gatunku na pozostałe 575 powierzchni monitoringowych. Do monitoringu wybrano arbitralnie 398 kwadratów (z łącznej puli 898), dla których obserwowana lub ekstrapolowana liczebność kulika wielkiego była wysoka. Dodatkowo do monitoringu włączono również 15 kwadratów zlokalizowanych na Lubelszczyźnie, w granicach ostoi "Żelizna", inwentaryzowanej inną metodą w 2014 roku (patrz: Chylarecki, Żmihorski 2014).

Monitoring jest realizowany corocznie na wszystkich 413 kwadratach, obejmując tym samym powierzchnię 165 200 ha siedlisk kulika wielkiego (1 kwadrat = 400 ha). Kwadraty są zlokalizowane przede wszystkim w obrębie rozległych kompleksów łąk położonych w pasie nizin i w dolinach rzecznych (o różnym stopniu przekształcenia). Przestrzennie kwadraty te grupują się w 12 ostoi (Rycina 1). Niektóre z nich zajmują stosunkowo duży obszar, najczęściej wzdłuż cieków wodnych (np. Dolina Bugu i Liwca), inne są przestrzennie ograniczone do pojedynczych torfowisk lub niewielkich fragmentów dolin rzecznych (np. Bagno Pulwy; Rycina 1). Znacząca część powierzchni monitoringowych znajduje się w granicach obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, dla których kulik wielki był gatunkiem kwalifikującym i jest przedmiotem ochrony.

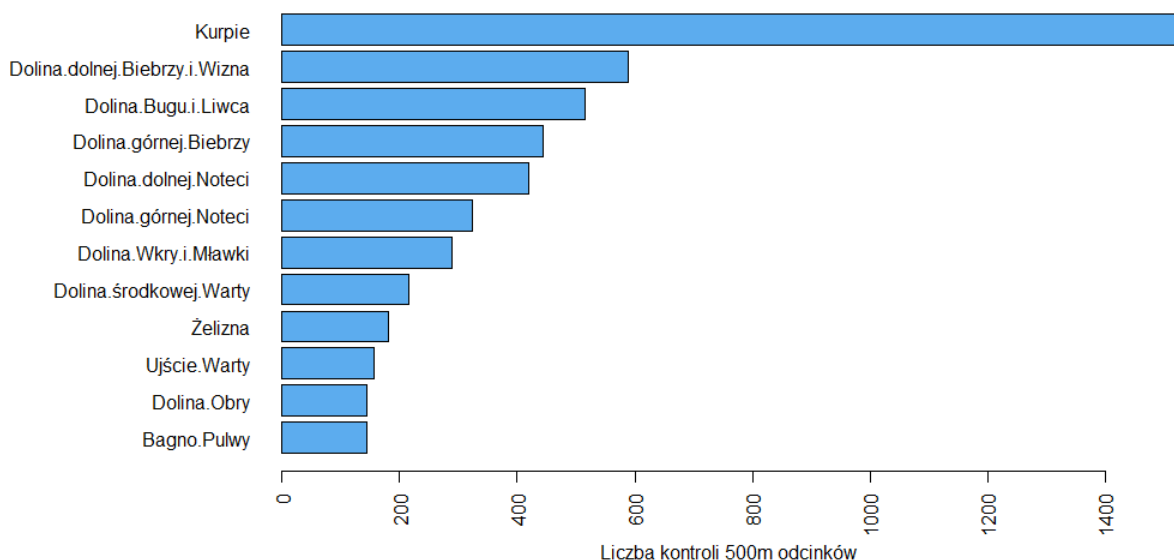


**Rycina 1.** Rozmieszczenie powierzchni monitoringowych w 12 ostojach, kontrolowanych w 2016 roku w Polsce. Poszczególne ostoje zaznaczono odrębnymi kolorami.

## 2.2. Wyznaczanie transektów

W każdym spośród 413 kwadratów wyznaczonych do monitoringu wytyczono jeden transekt o długości 2 km, składający się z czterech 500-metrowych odcinków. W optymalnych warunkach transekty były proste i lokalizowane w środku kwadratu, w środowisku dogodnym dla kulika wielkiego. Jednak w licznych przypadkach warunki terenowe (np. obecność rowów melioracyjnych, podtopień) wymuszały przesunięcia lokalizacji transektu względem środka kwadratu, jego załamanie lub nawet przerwanie. Szczegółowe zasady wyznaczania transektów i przykładowe ich lokalizacje są przedstawione w osobnym opracowaniu metodycznym (Żmihorski 2015).

Najwięcej transektów zlokalizowanych było w ostoi "Kurpie", a także w Dolinie Biebrzy (górnjej i dolnej) i w Dolinie Bugu i Liwca. Najmniejsze pod względem liczby transektów (a tym samym i kwadratów) ostoje znajdowały się na Mazowszu (Bagno Pulwy), w zachodniej Polsce (Dolina Obry, Ujście Warty) i na Lubelszczyźnie (Żelizna; Rycina 2).



Rycina 2. Liczba kontroli 500-metrowych odcinków transektów w 2016 roku w 12 ostojach.

### 2.3. Liczenia transektowe

W 2016 roku, podobnie jak w roku poprzednim, doświadczeni obserwatorzy wykonywali trzy kontrole na każdym transekcie, w terminach: 10-20 kwietnia, 01-10 maja, 01-10 czerwca. Każdorazowo kontrola polegała na przejściu obserwatora wzdłuż transektu i notowaniu wszystkich osobników kulika wielkiego, a także kilku innych gatunków ptaków: siewek łąkowych (czajka, krwawodziób, rycyk) oraz krukowatych (wrona i kruk), stwierdzonych po obu stronach transektu. Wszystkie obserwacje przypisywane były do jednej z trzech kategorii odległości od transektu (0-100m, 100-300m, 300-1000m) i notowane w podziale na cztery 500-metrowe odcinki. Dla każdego odcinka notowano również informacje o obecności ssaków drapieżnych (pies, kot, lis) i pasącego się bydła oraz dominującym typie użytkowania gruntów w pasie 300m od transektu. Ponadto określano widoczność w pasie 300m po obu stronach 500-metrowego odcinka transektu, a także szczegółowe parametry kontroli, takie jak datę, godzinę oraz współrzędne początku i końca każdego odcinka. Dodatkowo określano zagrożenia dla kulika wielkiego zaobserwowane na danym odcinku transektu, korzystając w tym celu z uprzednio przygotowanej listy potencjalnych zagrożeń. Szczegółowa metodyka monitoringu jest przedstawiona w osobnym opracowaniu (Żmihorski 2015). Wszystkie notatki prowadzono na specjalnych formularzach.

### 2.4. Uzyskiwane dane

Wynikiem prowadzonych kontroli są dane o liczebności kulików wielkich wzdłuż poszczególnych transektów. Na ogół nie jest to jednak całkowita liczebność gatunku na monitorowanej powierzchni (kwadracie), a jedynie jej wskaźnik, gdyż 2-kilometrowy transekt nie jest wystarczający by zaobserwować wszystkie obecne na powierzchni ptaki. Jednak w odróżnieniu od inwentaryzacji (cenzusu), której celem jest policzenie wszystkich osobników, na potrzeby

monitoringu wystarczające są wskaźniki liczebności gatunku, a ich zmienność w kolejnych latach jest wysoce wiarygodnym wskaźnikiem dynamiki całej populacji.

Ponieważ obserwatorzy notują wszystkie obserwacje osobno dla każdej wizyty i każdego 500-metrowego odcinka każdego transektu, w wyniku kontroli uzyskiwane są dane o stosunkowo dużej dokładności. Dzięki temu, w toku późniejszych analiz statystycznych, możliwe jest szukanie zależności między lokalnymi cechami środowiska a lokalnym występowaniem kulików wielkich.

## 2.5. Statystyczna analiza danych

W analizie danych wykorzystywano dwa rodzaje modeli. W pierwszej części analiz wykorzystano uogólnione mieszane modele addytywne (GAMM) celem wskazania cech środowiska najlepiej tłumaczących obserwowaną zmienność rozmieszczenia kulików wielkich na kontrolowanych powierzchniach. Analizy statystyczne umożliwiły wskazanie, które spośród zbieranych przez obserwatorów charakterystyk środowiskowych (takich jak sposób użytkowania gruntów, obecność innych zwierząt, tj. krukowatych, ssaków, pasących się krów), a także jaka lokalizacja przestrzenna i parametry kontroli (kolejny numer kontroli i termin jej wykonania) korelują z występowaniem (obecnością) kulików wielkich. Analizy statystyczne w tym przypadku były realizowane na poziomie pojedynczej wizyty na danym odcinku transektu (najwyższa rozdzielczość, modele GAMM1\_wszystkie, GAMM1\_lęgowe; patrz Tabela 1). Modele typu GAMM miały postać:

Obserwowana obecność  $i$  ~ cechy środowiska determinujące obecność  $i$

gdzie dolny indeks „i” oznacza daną lokalizację (w naszym przypadku: konkretny odcinek na danym transekcie podczas danej wizyty). W przypadku tego modelu zakładamy, że obserwowana obecność kulika wielkiego w miejscu ‘i’ jest wiarygodnym przybliżeniem jego rzeczywistej obecności (przyjmujemy, że jeśli kulik jest obecny na badanej powierzchni, to obserwator raczej go wykrywa, a ewentualne przeoczenie obecnych kulików zachodzi losowo względem cech środowiska). W konsekwencji tego założenia, by wnioskować o preferencjach środowiskowych kulika wielkiego, szukamy związku między obserwacjami tego gatunku, a cechami środowiska w poszczególnych lokalizacjach.

W drugiej części analiz wykorzystywano modele umożliwiające oszacowanie wykrywalności kulików wielkich (czyli prawdopodobieństwa stwierdzenia kulika wielkiego przez obserwatora w miejscach, w których ptak ten faktycznie występuje – modele *Occupancy\_wszystkie*, *Occupancy\_lęgowe*; Tabela 1). Modele z klasy *Occupancy* zakładają, że obserwator nie zawsze wykrywa ptaki na kontrolowanej powierzchni, nawet jeśli ptaki na niej występują, generując tym samym wyniki fałszywie zerowe (brak gatunku raportowany przez obserwatora jest fałszywy). Zjawisko to wynika z niedoskonałej wykrywalności – w czasie trwania kontroli ptak może znajdować się w miejscu utrudniającym jego wykrycie (np. w wysokiej roślinności) lub obserwator może patrolować powierzchnię w sposób nieodpowiedni (może przeoczyć ptaka z czysto losowych przyczyn, np. podnosząc ołówkę z ziemi). W efekcie raportowana przez obserwatora liczebność kulika (lub jego obecność) na poszczególnych transektach jest zawsze niższa niż rzeczywista. Co więcej, pewne cechy środowiska mogą wpływać na wykrywalność gatunku. Przykładowo, wysoka i gęsta roślinność może utrudniać dostrzeżenie kulika, z kolei wczesna godzina kontroli może wykrywalność podnosić (ptaki mogą być bardziej aktywne rano niż w południe). W takich przypadkach korelowanie obserwowanej liczebności (lub obecności) gatunku z cechami środowiska może dawać fałszywe wyniki –



wspomniana wysoka roślinność obniżająca wykrywalność, zostanie wskazana jako cecha wpływająca na występowanie gatunku, co może być nieprawdą. Z tego względu zastosowano modele, które osobno dopasowują zależność: „obecność kulika ~ cechy środowiska”, a osobno zależność: „wykrywalność kulika ~ cechy środowiska” (zapis ten interpretujemy: „obecność kulika zależy od cech środowiska”, itd.). Takie modele są bardziej wiarygodne i umożliwiają wskazanie cech wpływających jedynie na wykrywalność, a tym samym generują precyzyjniejsze oszacowanie cech środowiska wpływających na rzeczywistą obecność gatunku. Modele typu *Occupancy* miały postać:

Obserwowana obecność  $_{ij} \sim$  Prawdziwa obecność  $_i$  \* wykrywalność  $_{ij}$

Wykrywalność  $_{ij} \sim$  cechy środowiska determinujące wykrywalność  $_{ij}$

Prawdziwa obecność  $_i \sim$  cechy środowiska determinujące obecność  $_i$

gdzie dolny indeks „i” oznacza daną lokalizację (tutaj: konkretny transekt), a dolny indeks „j” oznacza daną wizytę (podczas monitoringu każda lokalizacja była odwiedzana trzykrotnie). W tym przypadku zakładamy, że obserwowana obecność kulika wielkiego (czyli to, co widzi i zapisuje obserwator w czasie prac terenowych) niekoniecznie jest tożsama z rzeczywistą obecnością, gdyż wykrywalność kulika nie osiąga 100% (tak jak wspomniano, obserwator nie zawsze wykrywa kuliki, jeśli są obecne na danym transekcie). W tym przypadku obserwowana obecność kulika zależy od prawdziwej obecności kulika (czy ptak faktycznie jest obecny, czy nie) oraz wykrywalności kulika (na ile łatwo obserwator może go wykryć, jeśli jest obecny). W przypadku tego modelu nie szukamy korelacji między cechami środowiska a obserwowaną obecnością kulika wielkiego, lecz najpierw szukamy cech środowiska determinujących wykrywalność, następnie znając wykrywalność kulików wielkich w danej lokalizacji i podczas danej wizyty (która waha się od 0 do 1, w zależności od cech środowiska w danym miejscu) poprawiamy obserwowaną obecność. W efekcie tego zabiegu na części transektów, na których nie stwierdzono kulika w czasie trzech wizyt, prawdopodobieństwo jego obecności może być całkiem wysokie. W trzecim etapie analizy korelowana jest prawdziwa obecność kulika z cechami środowiska. Tego typu modele, choć bardziej wymagające analitycznie, efektywniej uwzględniają rzeczywisty proces liczenia zwierząt w warunkach terenowych, a tym samym generują bardziej wiarygodne wyniki dotyczące cech środowiska determinujących rozmieszczenie zwierząt.

Modele addytywne dopasowano wykorzystując bibliotekę "mgcv" (Wood 2006) w programie R (R Core Team 2015). Modele z klasy *Occupancy* zostały dopasowane w programie JAGS, wywoływanym ze środowiska R przy pomocy biblioteki „rjags” (Plummer 2016).

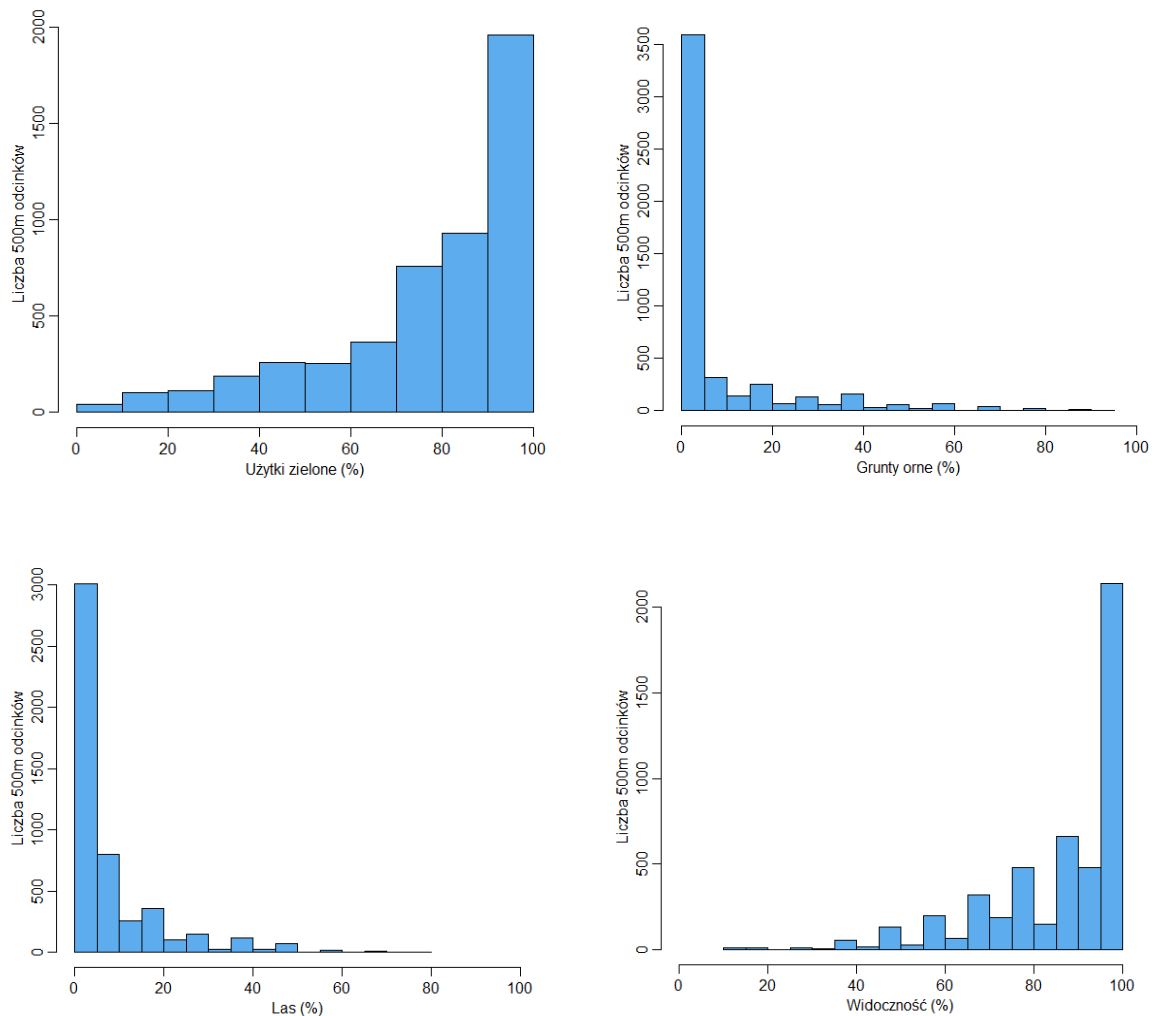
**Tabela 1.** Lista rozpatrywanych modeli statystycznych tłumaczących występowanie kulików wielkich na kontrolowanych powierzchniach. W kolejnych kolumnach (od lewej) podano: nazwę modelu używaną w dalszej części raportu, charakter zmiennej zależnej, liczbę rekordów, na której bazuje dany model (N) i jego opis

Nazwa modelu	Zmienna zależna	Jednostka	N	Opis modelu
GAMM1_wszystkie	Obecność kulików wszystkich	Odcinek 500m	4956	Model klasy <i>Generalized Additive Mixed Model</i> tłumaczący <b>obecność kulików wielkich</b> stwierdzanych na <b>każdym odcinku i podczas każdej kontroli</b> . Model operujący na możliwie największej skali (najwyższej rozdzielczości), uwzględniający wszystkie dostępne dane środowiskowe. Poprawiony o losowy efekt transektu i efekt przestrzennej autokorelacji specyficznej dla każdej powierzchni, z dwumianowym rozkładem błędów.
GAMM1_łęgowe	Obecność kulików łągowych	Odcinek 500m	4956	
Occupancy_wszystkie	Obecność kulików wszystkich	Transekt 2km	413	Model klasy <i>Occupancy</i> tłumaczący <b>obecność kulików wielkich</b> stwierdzanych na <b>każdym transekcie</b> w oparciu o dane z trzech kontroli. Kolejne kontrole są w tym modelu traktowane jako niezależne liczenia tej samej zamkniętej populacji kulika wielkiego, umożliwiając zatem określenie wykrywalności. Model szacuje równoległe jakie zmienne środowiskowe wpływają na wykrywalność i obecność kulika wielkiego, a korelacje między występowaniem gatunku a cechami środowiska są poprawione o niedoskonałą wykrywalność.
Occupancy_łęgowe	Obecność kulików łągowych	Transekt 2km	413	

### 3. Wyniki

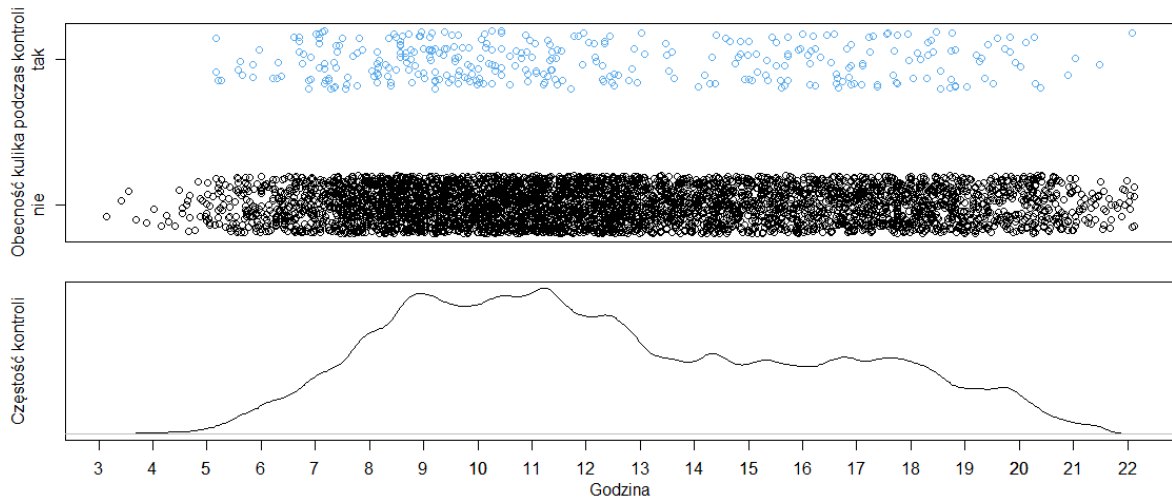
#### 3.1. Cechy kontroli i opis badanych powierzchni

Sąsiedztwo kontrolowanych transektów charakteryzowało się wysokim udziałem użytków zielonych i niskim udziałem pól i lasów, choć niektóre odcinki znacznie odbiegały od przeciętnych wartości. Widoczność w przypadku zdecydowanej większości odcinków była wysoka, wyjątkowo spadając poniżej 60% (Rycina 3).



**Rycina 3.** Rozkład udziałów poszczególnych typów gruntów i widoczności w sąsiedztwie 500-metrowych odcinków transektów kontrolowanych w 2016 roku.

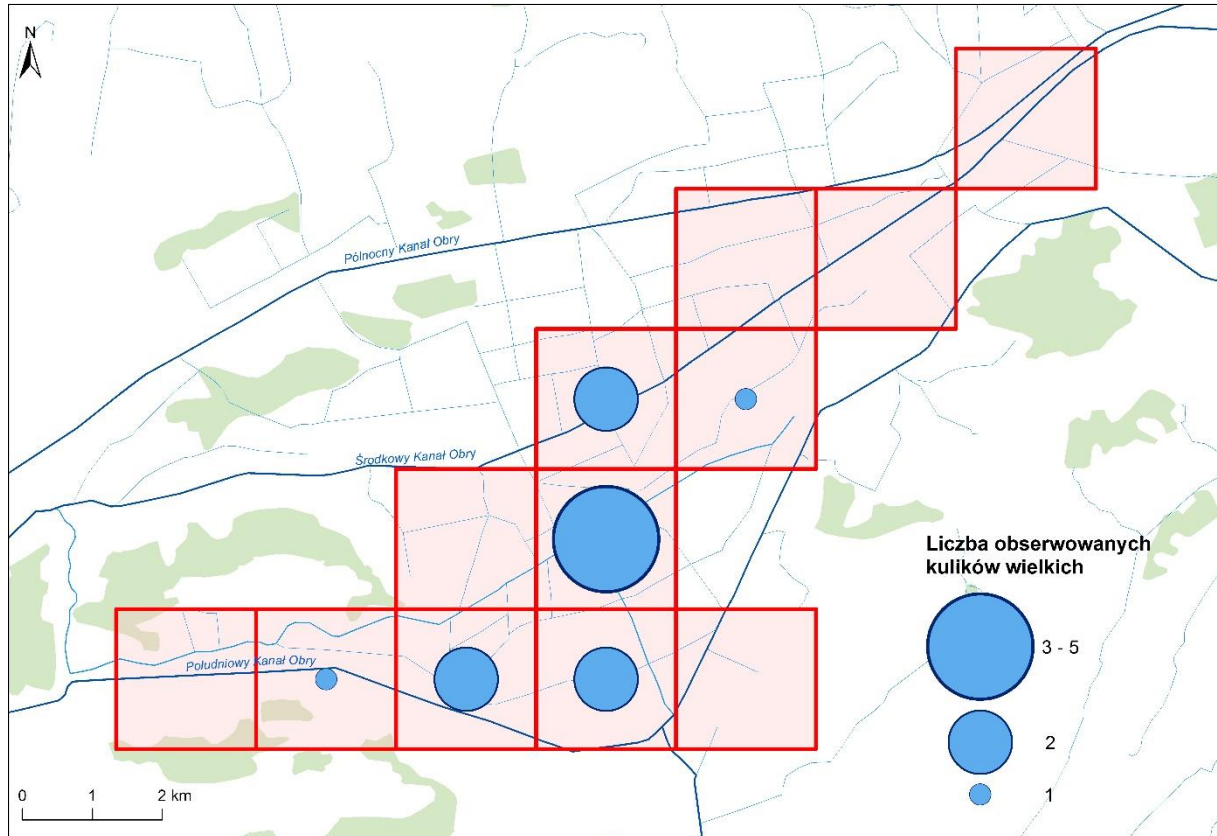
Kontrole transektów wykonywano o różnych godzinach. Najwcześniejsze kontrole rozpoczynały się o godzinie 4:00, a najpóźniejsze około godziny 21:50. Najwięcej kontroli było rozpoczynanych między godziną 9:00 a 11:00, jednak rozkład czasu rozpoczęcia kontroli w ciągu całego dnia był stosunkowo równomierny. Wizualna ocena zależności między obecnością kulika wielkiego (niebieskie symbole – obecny, czarne – nieobecny) a czasem rozpoczęcia kontroli sugeruje brak silnego związku (Rycina 4).



**Rycina 4.** Częstość kontroli w ciągu dnia (dolny wykres) oraz efekt tych kontroli (obecność lub brak obecności kulika wielkiego – górny wykres). Wykres pokazuje, że najwięcej kontroli przypada w przedziale czasowym 9-11, a godzina kontroli raczej nieznacznie wpływała na wykrywalność kulika wielkiego.

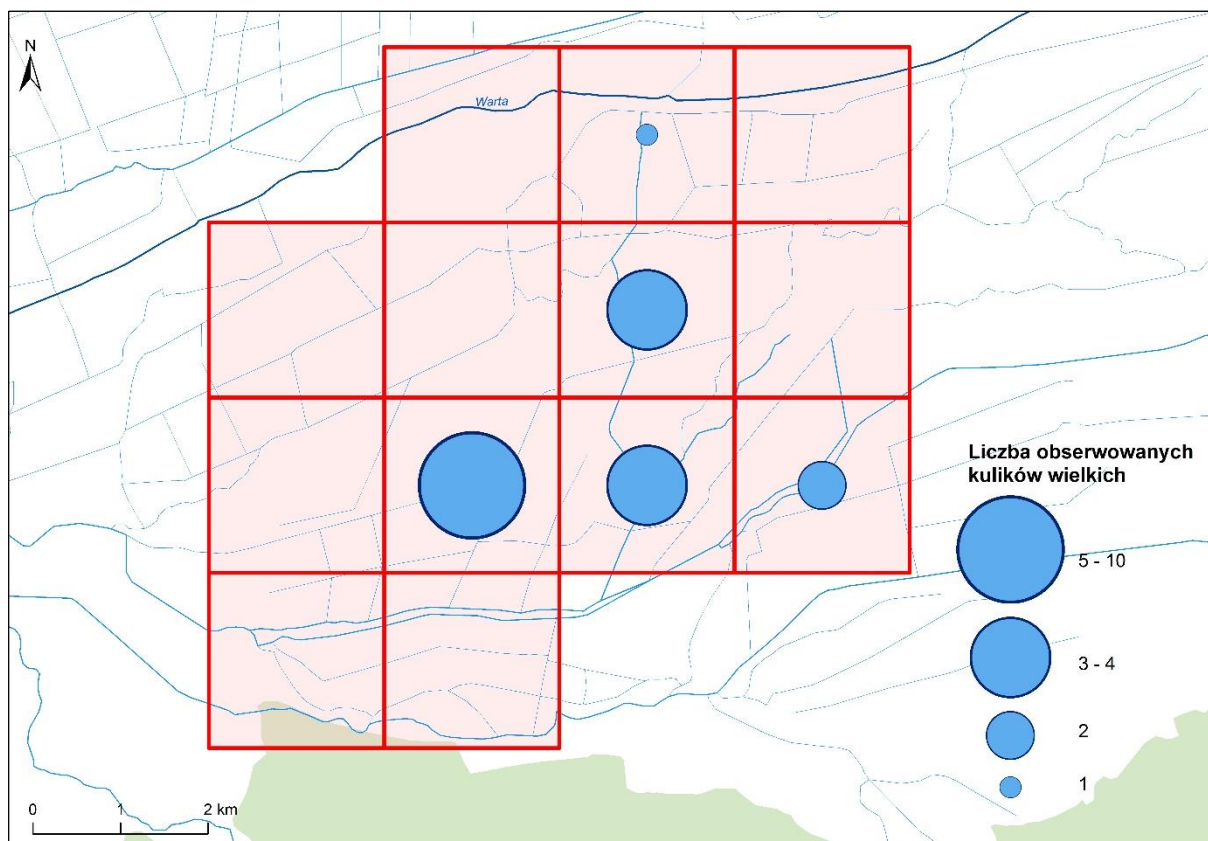
### 3.2. Obserwacje kulików wielkich

Rozmieszczenie kulików wielkich obserwowanych podczas kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na poszczególnych powierzchniach monitoringowych w 12 ostojach było nierównomierne. W Dolinie Obry kuliki wielkie były notowane wyłącznie w środkowej części ostoi, natomiast nie stwierdzono ptaków na transektach zlokalizowanych w jej północno-wschodniej i zachodniej części, gdzie obszary łąk zajmują nieco mniejszą powierzchnię (Rycina 5).



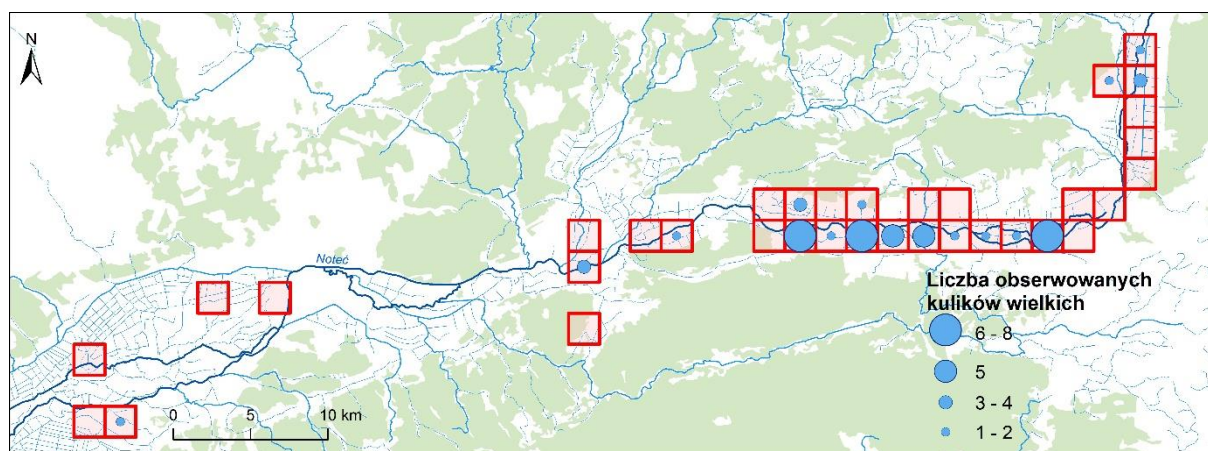
**Rycina 5.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Obry na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

Podobną sytuację obserwowano w przypadku powierzchni monitoringowych zlokalizowanych w Ujściu Warty. Kuliki wielkie stwierdzone były jedynie w środkowej części ostoi. Sąsiedztwo zwartej kompleksu leśnego mogło dodatkowo zmniejszać atrakcyjność łąk dla kulików wielkich w południowej części tego obszaru (Rycina 6).



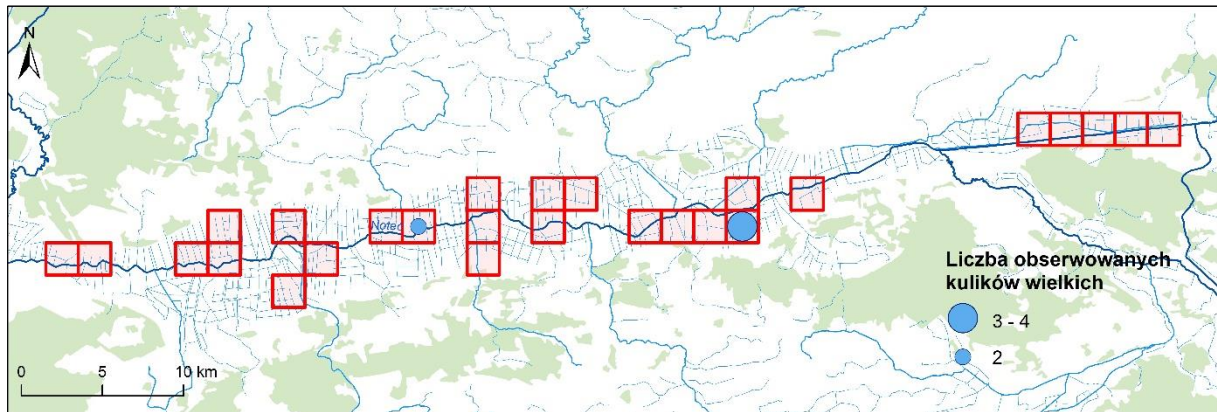
**Rycina 6.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Ujściu Warty na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

Liczba kulików wielkich obserwowanych wzdłuż transektów zlokalizowanych w zachodniej części Doliny Dolnej Noteci, gdzie dolina jest stosunkowo szeroka, była niewielka. Natomiast znaczna część obserwacji tego gatunku skoncentrowana była w środkowej, stosunkowo wąskiej części ostoi (Rycina 7).



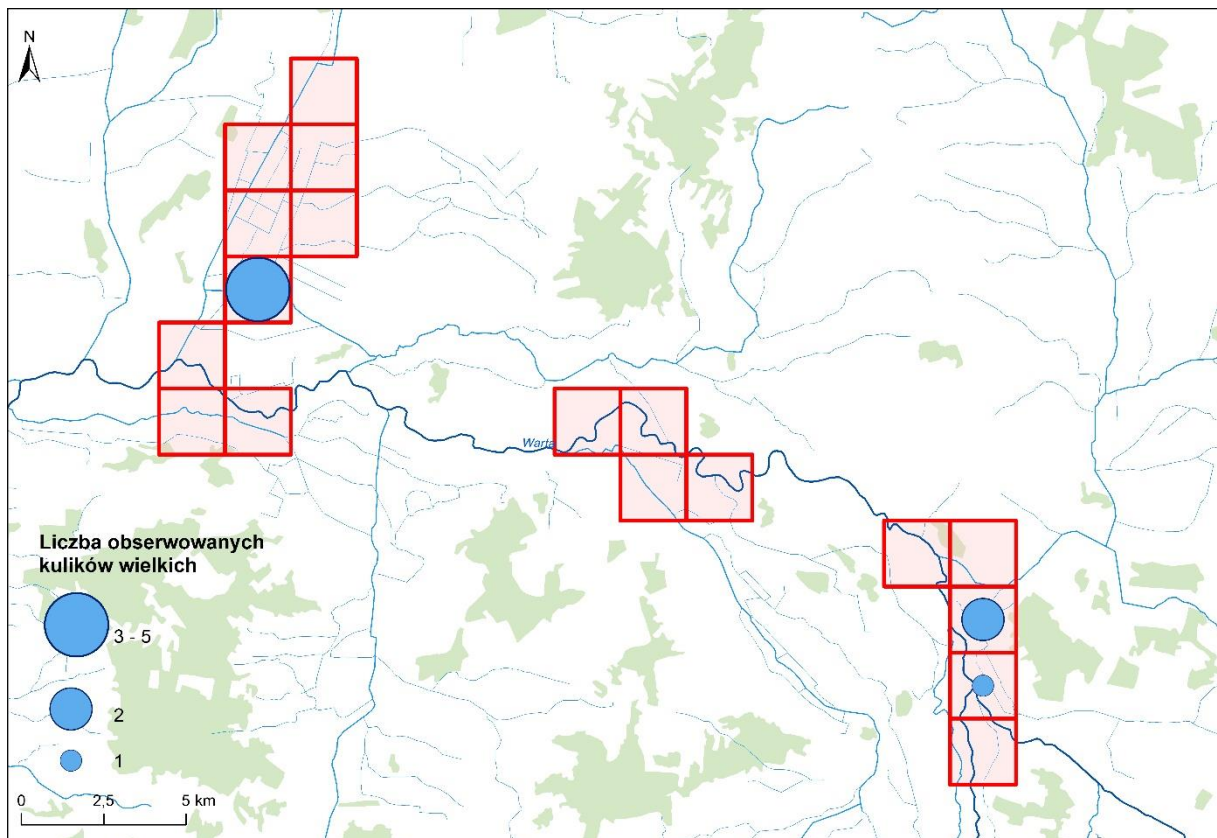
**Rycina 7.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Dolnej Noteci na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

W przypadku znacznie szerszej Doliny Górnej Noteci stwierdzono ptaki wyłącznie w dwóch kwadratach zlokalizowanych w centralnej części ostoi (Rycina 8).



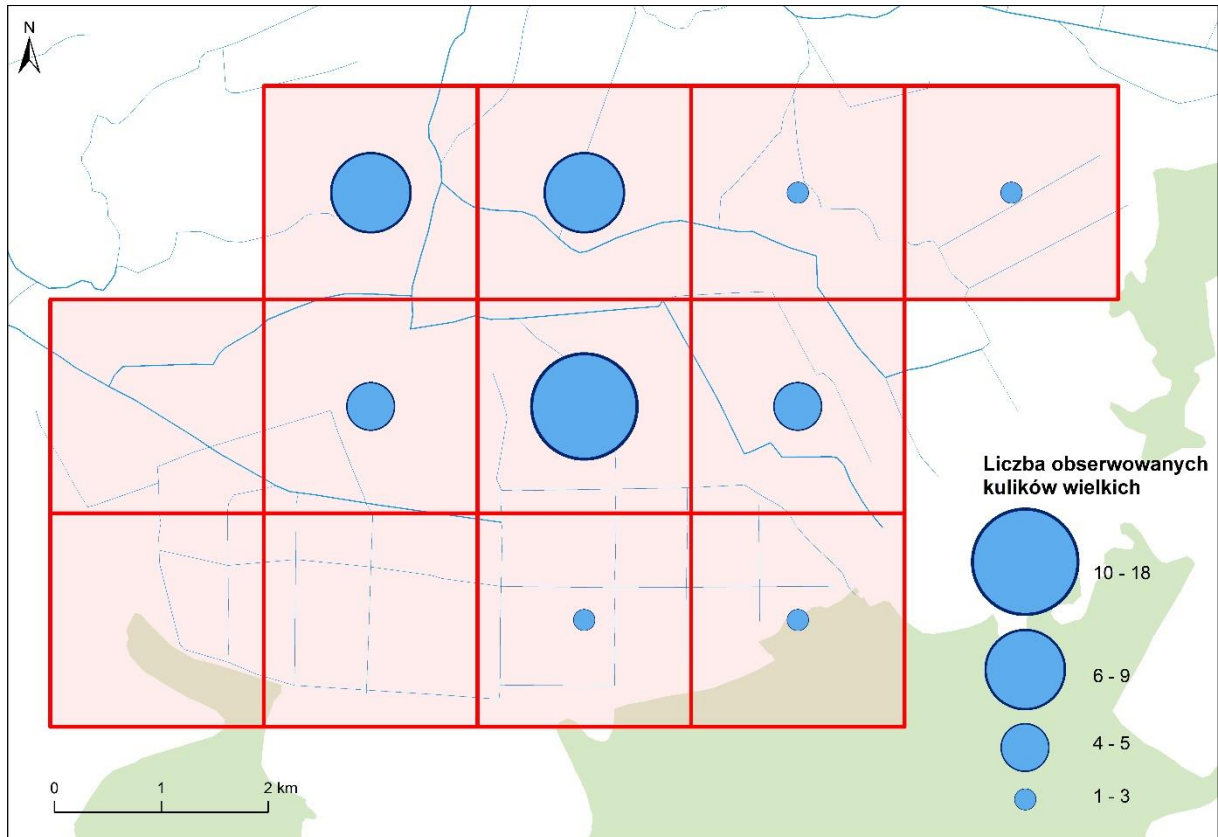
**Rycina 8.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Górnej Noteci na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

Nieliczne obserwacje kulików wielkich miały miejsce także w Dolinie Środkowej Warty. Obecność ptaków odnotowano w 2016 roku wyłącznie w granicach trzech powierzchni monitoringowych. Zlokalizowane były one w zachodniej części ostoi, w okolicach Konina oraz we wschodniej części obszaru, w sąsiedztwie ujścia Neru do Warty (Rycina 9).



**Rycina 9.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Środkowej Warty na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

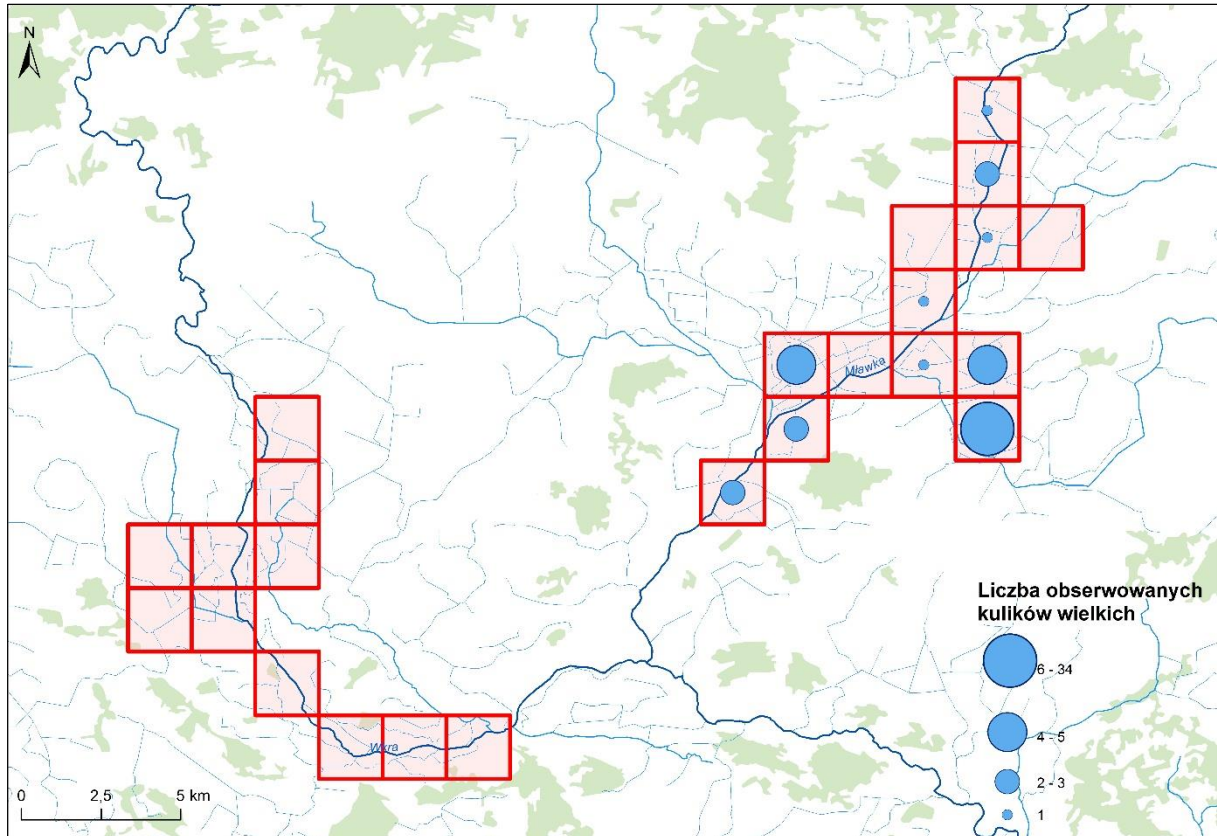
Kuliki wielkie obserwowano na Bagnie Pulwy w wielu lokalizacjach, znacznie częściej w środkowej i północnej części, niż na południu i w zachodniej części ostoi, do której od południa przylegał duży kompleks leśny (Rycina 10).



**Rycina 10.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych na Bagnie Pulwy na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

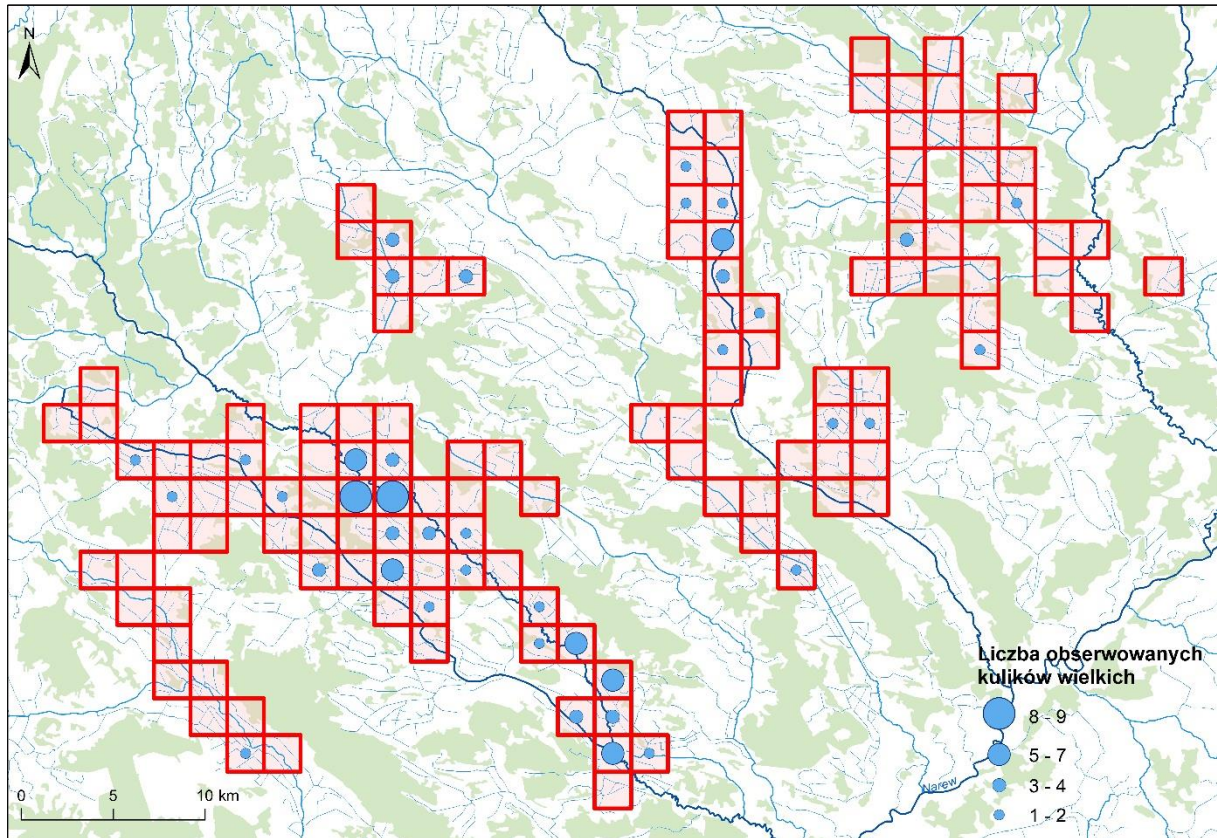


Nie obserwowano kulików wielkich na żadnej spośród powierzchni monitoringowych zlokalizowanych w dolinie Wkry. Stosunkowo dużo stwierdzeń miało natomiast miejsce w dolinie Mławki, szczególnie w kwadratach położonych w południowej części ostoi. Uwagę zwraca duża liczba kulików obserwowanych na powierzchni monitoringowej zlokalizowanej w południowo-wschodniej części tego obszaru. Zarejestrowano tam najwięcej stwierdzeń tego gatunku spośród wszystkich powierzchni monitorowanych w 2016 roku (Rycina 11).



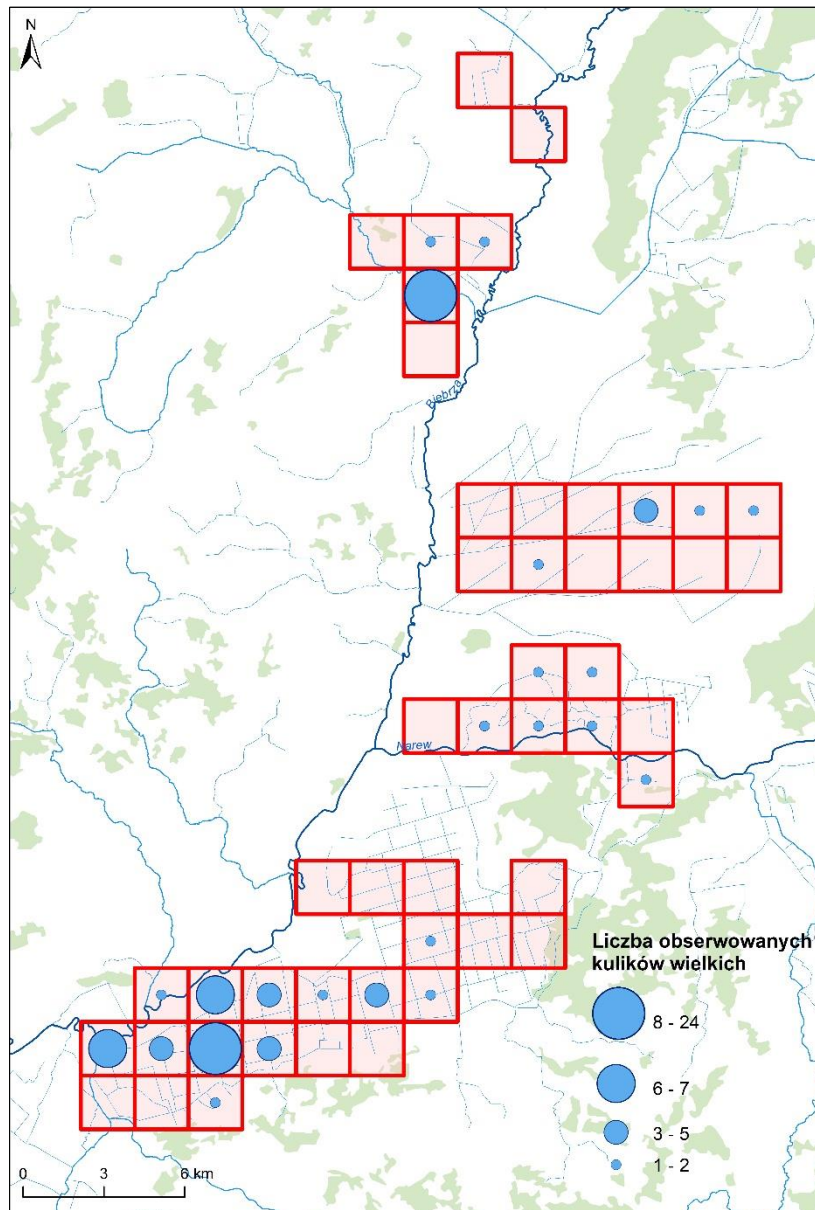
**Rycina 11.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Wkry i Mławki na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

W przypadku ostoi Kurpie kuliki wielkie notowano w wielu lokalizacjach. Generalnie najwięcej obserwacji zarejestrowano w środkowej części ostoi, głównie w dolinie Omulwi, Płodownicy i Szkwy, a znacznie mniej na wschodzie. Nieliczne stwierdzenia kulików wielkich miały miejsce również w granicach najbardziej na zachód wysuniętych kwadratów, położonych w dolinie Orzyca (Rycina 12).



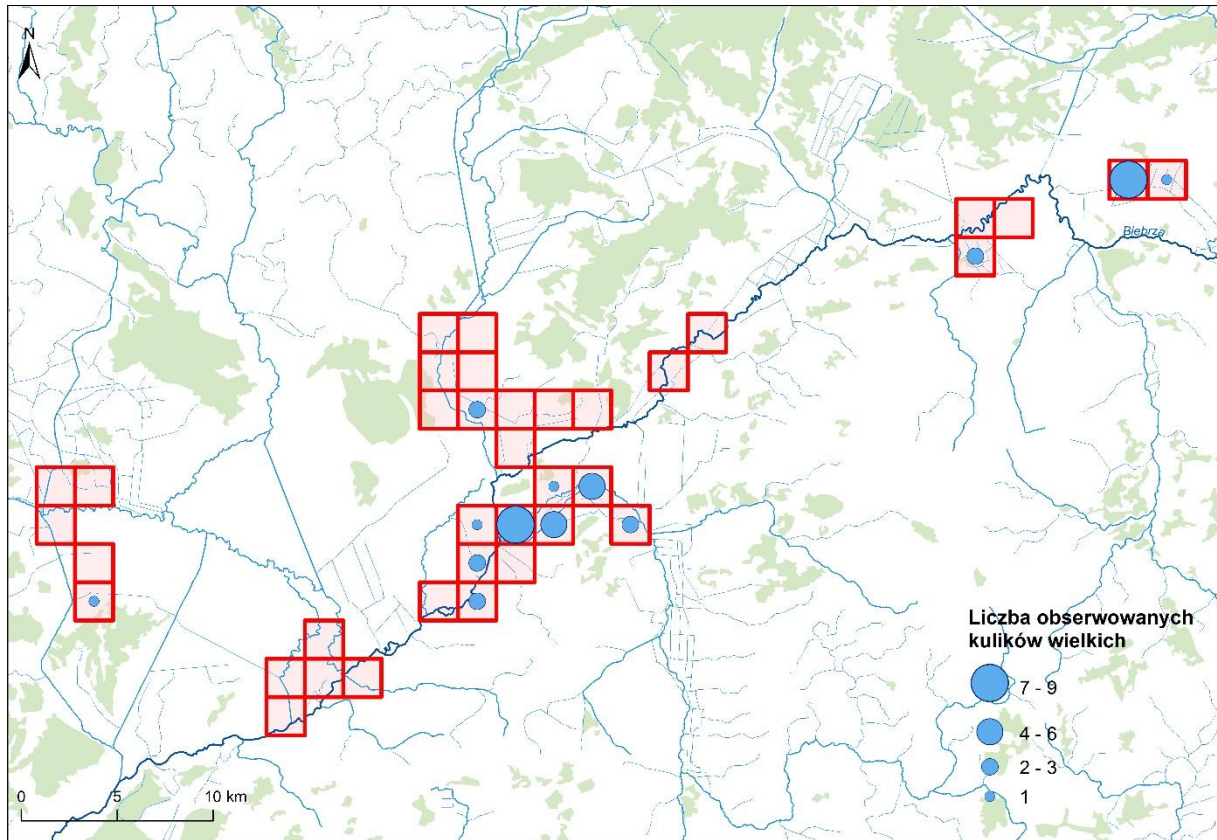
**Rycina 12.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w ostoi Kurpie na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

W Dolinie Dolnej Biebrzy oraz na bagnie Wizna obserwowano kuliki wielkie w stosunkowo wielu lokalizacjach. Co ciekawe gatunek ten stwierdzany był licznie na silnie zmeliorowanym bagnie Wizna. Natomiast w dolnym basenie Biebrzy zanotowano niemal dwukrotnie mniej obserwacji. Znaczna część z nich dotyczyła okolic ujścia Wiszy do Biebrzy (Rycina 13).



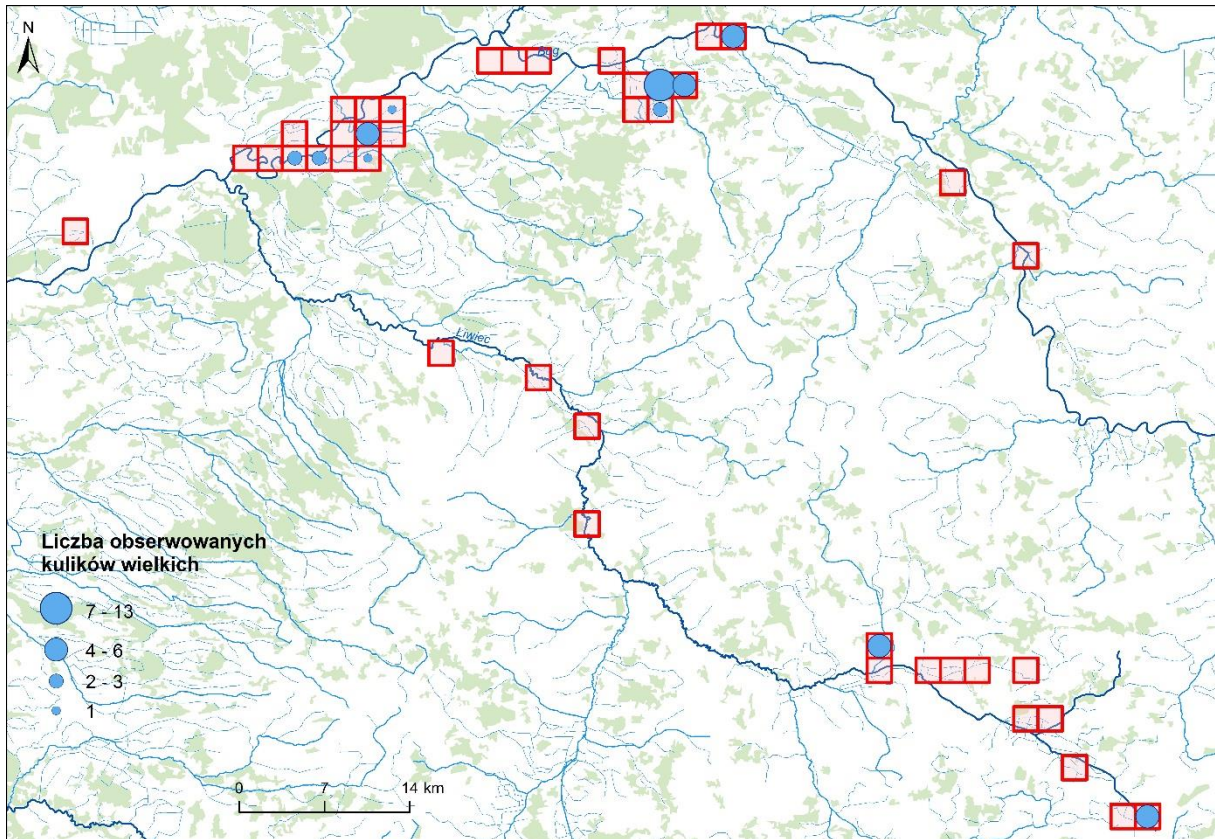
**Rycina 13.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Dolnej Biebrzy i na Bagnie Wizna na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

W górnym basenie Biebrzy kuliki wielkie obserwowano przede wszystkim w środkowej części ostoi, w sąsiedztwie ujścia Kanału Augustowskiego do Biebrzy. Znacznie mniej stwierdzeń odnotowano natomiast w zachodniej części obszaru (Rycina 14).



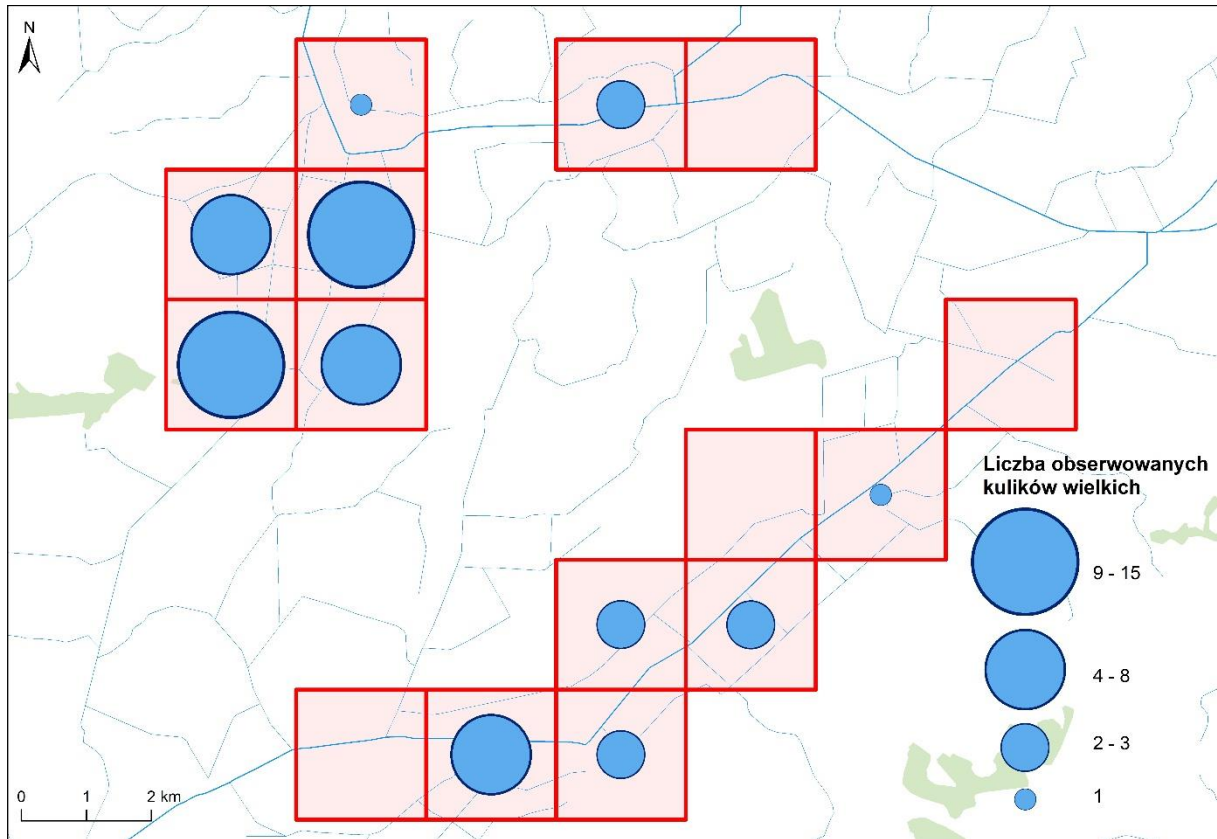
**Rycina 14.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Górnej Biebrzy na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

W dolinie Bugu kuliki wielkie notowano w kilku lokalizacjach, w tym przede wszystkim nad samym Bugiem na wschód od Kamieńczyka, oraz w kilku kwadratach położonych na wschód od Małkinii. Na powierzchniach monitoringowych rozmieszczonych w górnej części Bugu nie obserwowano ptaków, podobnie jak w dolinie dolnego Liwca. Natomiast w górnym odcinku doliny Liwca kuliki wielkie notowano kilkakrotnie (Rycina 15).



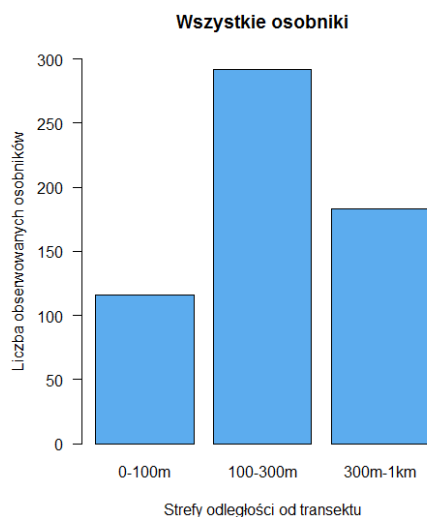
**Rycina 15.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w Dolinie Bugu i Liwca na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej. Mapa nie obejmuje jednej powierzchni we wschodniej części ostoi.

W ostoi Żelizna obserwowano kuliki wielkie głównie w kwadratach zlokalizowanych w jej zachodniej i południowej części. Nie stwierdzono obecności tego gatunku na powierzchniach monitoringowych położonych na wschodzie obszaru, gdzie udział zadrzewień w sąsiedztwie transektów był stosunkowo wysoki (jednak nie wszystkie zadrzewienia są widoczne na mapie; Rycina 16).



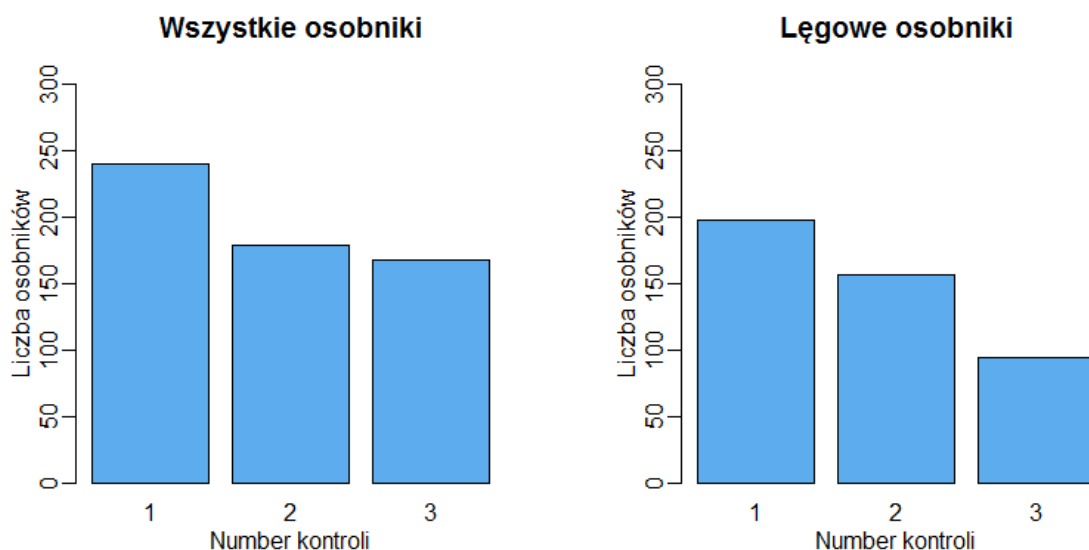
**Rycina 16.** Mapa rozmieszczenia obserwacji kulika wielkiego w czasie kontroli przeprowadzonych w 2016 roku na powierzchniach monitoringowych zlokalizowanych w ostoi Żelizna na tle kompleksów leśnych i sieci hydrograficznej.

Najwięcej kulików wielkich obserwowano w drugiej kategorii odległości od transektu (100-300m) – niemal 300 osobników (Rycina 17). Liczebność kulików wielkich była pozytywnie skorelowana między trzema strefami odległości od trasy przemarszu. Liczba stwierdzonych ptaków w pierwszej strefie od obserwatora (0-100m) korelowała pozytywnie z liczebnością w drugiej strefie (100-300m; korelacja Spearmanna,  $\rho=0,106$ ;  $p<0,0001$ ) i słabiej z liczebnością w trzeciej strefie (300m-1km;  $\rho=0,048$ ;  $p=0,0008$ ). Stwierdzono również pozytywną korelację liczebności ptaków między dwiema najbardziej oddalonymi strefami (100-300m oraz 300m-1km;  $\rho=0,047$ ;  $p=0,0008$ ). Korelacja liczebności kulików wielkich między poszczególnymi strefami odległości może wynikać z korzystnych w danym miejscu cech środowiska, podnoszących lokalną liczebność kulików wielkich.



**Rycina 17.** Liczba obserwowanych kulików wielkich w trzech kategoriach odległości od transektu.

W kolejnych kontrolach liczba obserwowanych kulików wielkich była coraz mniejsza, a zależność ta dotyczyła zarówno ptaków lęgowych, jak i wszystkich osobników łącznie (Rycina 18). Natomiast liczebność stwierdzona podczas poszczególnych kontroli była wysoce istotnie dodatnio skorelowana zarówno w grupie wszystkich osobników, jak i osobników lęgowych, tj. jeśli obserwowano dużo kulików w czasie pierwszej wizyty, to również dużo ptaków obserwowano w czasie kolejnych kontroli (korelacja Pearsona,  $p < 0.0001$  we wszystkich przypadkach).



**Rycina 18.** Liczba osobników kulików wielkich zarejestrowanych podczas kolejnych kontroli (1, 2, 3) w 2016 roku.

W 2016 roku zaobserwowano łącznie 587 osobników kulików wielkich, w tym 449 osobników uznawanych za lęgowe (kategorie lęgowości B lub C). Są to wartości nieco niższe od tych uzyskanych w sezonie 2015, kiedy to obserwowano 657 osobników, w tym 462 osobniki uznawane za lęgowe. Kuliki wielkie występowały w 2016 roku na 152 powierzchniach (36,8% powierzchni), natomiast w 2015 roku obserwowano je w granicach 147 powierzchni (35,6%). W 220 kwadratach kulik wielki był nieobecny zarówno w 2015, jak i 2016 roku, a 106 powierzchni było zasiedlonych przez ten gatunek w obu sezonach (Tabela 2). Spośród 147 powierzchni

zasiedlonych przez kuliki wielkie w 2015 roku, 41 okazało się być niezasiedlone w kolejnym sezonie (nieprzystąpienie danej pary do lęgów, śmierć osobników itp. lub niewykrycie ptaków w 2016 roku, czyli błędne określenie powierzchni jako niezasiedlonej). Z drugiej strony w 2016 roku obserwowano kuliki wielkie na 46 powierzchniach, na których nie stwierdzono ich rok wcześniej. Może to wskazywać na pojawienie się w tych miejscach nowych par (lub przeoczenie ptaków na tych powierzchniach w 2015 roku, czyli błędne określenie powierzchni jako niezasiedlonej).

**Tabela 2.** Liczba powierzchni, na których kulik wielki był obecny lub nieobecny w dwóch kolejnych latach badań (2015 i 2016). Wyniki te nie są poprawione o niedoskonałą wykrywalność – przedstawiają jedynie obserwowane zasiedlenie powierzchni przez gatunek.

	Nieobecny w 2015	Obecny w 2015	Razem
Nieobecny w 2016	220	41	261
Obecny w 2016	46	106	152
Razem	266	147	413

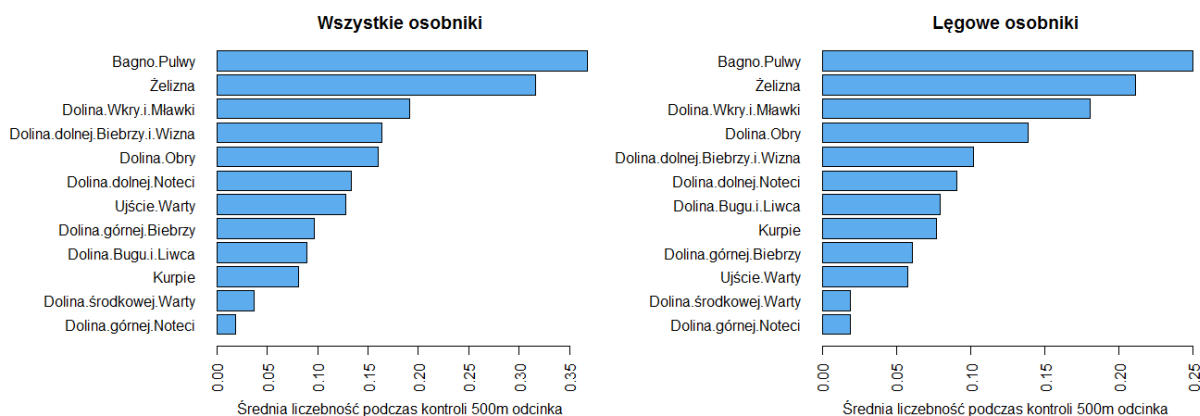
Na ogół w kolejnych kontrolach notowano coraz mniej ptaków, jednak w poszczególnych ostojach trend ten nie zawsze był obserwowany (Tabela 3). Najwięcej osobników stwierdzono w ostoi Kurpie, w dolinach Biebrzy i Noteci oraz w ostoi Żelizna (w każdym z tych obszarów minimum 20 osobników lęgowych w trakcie co najmniej jednej wizyty; Tabela 3).

**Tabela 3.** Liczebność kulików wielkich wzdłuż transektów kontrolowanych w 12 ostojach w czasie trzech kontroli w 2016 roku. Przedstawiono sumaryczną liczbę obserwowanych osobników (kolumny z lewej strony) i osobników lęgowych (kategorie lęgowości B i C; kolumny z prawej strony).

Ostoja/Kontrola	Wszystkie osobniki			Lęgowe osobniki		
	1	2	3	1	2	3
Dolina.Obry	8	8	7	7	7	6
Ujście.Warty	11	3	6	4	2	3
Dolina.dolnej.Noteci	24	14	18	19	13	6
Dolina.górnej.Noteci	4	2	0	4	2	0
Dolina Noteci łącznie	28	16	18	23	15	6
Dolina.środkowej.Warty	3	1	4	2	0	2
Dolina.Wkry.i.Mławki	24	16	15	24	16	12
Bagno.Pulwy	13	22	18	13	21	2
Kurpie	54	35	35	52	33	33
Dolina.dolnej.Biebrzy.i.Wizna	40	31	25	31	27	2
Dolina.górnej.Biebrzy	15	11	17	7	9	11
Dolina Biebrzy łącznie	55	42	42	38	36	13
Dolina.Bugu.i.Liwca	22	12	12	19	11	11
Żelizna	22	24	11	16	16	6
Łącznie	240	179	168	198	157	94



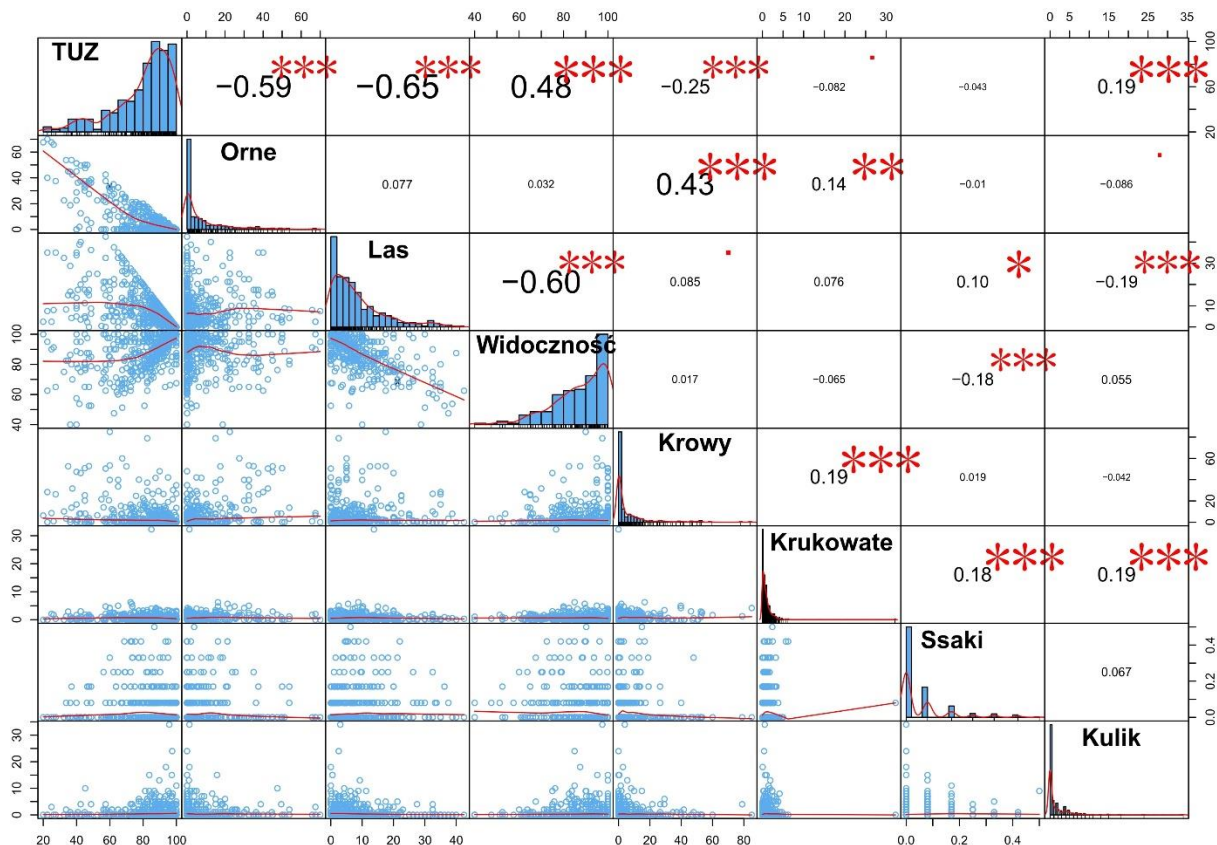
Różnice w liczbie osobników obserwowanych w poszczególnych ostojach wynikają w dużej mierze z ich zróżnicowanej powierzchni. Jednak w przeliczeniu na jedną kontrolę 500-metrowego odcinka zdecydowanie najwięcej kulików wielkich stwierdzano w ostojach Bagno Pulwy i Żelizna – dwóch stosunkowo niewielkich obszarach, utrzymujących względnie liczne populacje tego gatunku (Rycina 19).



**Rycina 19.** Średnia liczba kulików wielkich (lewy panel: wszystkie osobniki, prawy panel: osobniki w kategoriach lęgowości B i C) w przeliczeniu na jedną kontrolę 500-metrowego odcinka w 2016 roku.

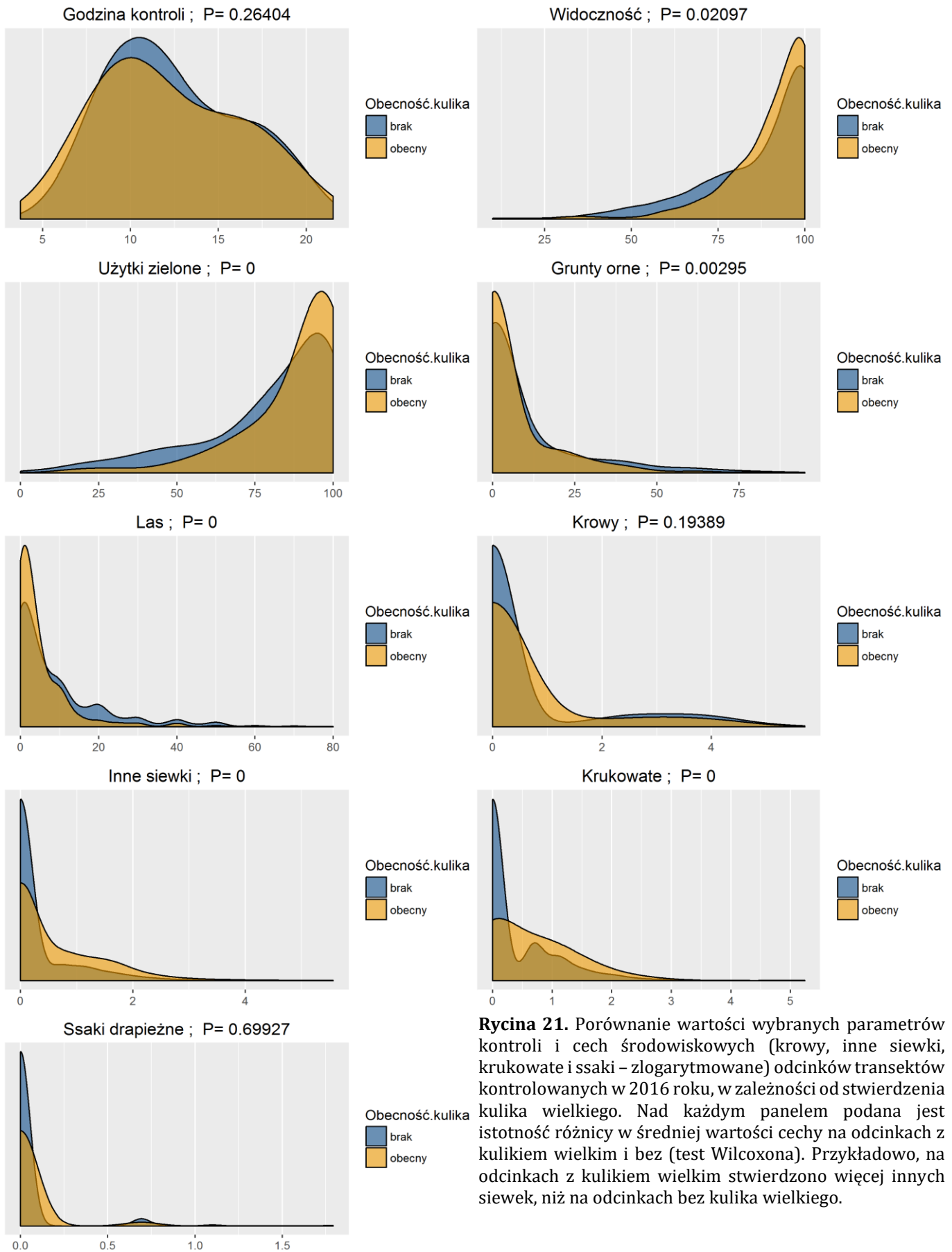
### 3.3. Korelacje między cechami środowiska a występowaniem kulików wielkich

Stwierdzono dość słabe pozytywne korelacje między liczebnością kulików wielkich a udziałem użytków zielonych oraz ujemne korelacje z udziałem gruntów ornych i lasów. Wynik ten wskazuje na dużą zmienność w liczebności kulika wielkiego, która w niewielkim stopniu jest wyjaśniana strukturą użytkowania gruntów. Poszczególne typy użytkowania gruntów były natomiast silnie ujemnie skorelowane, co jest wynikiem oczekiwanym z uwagi na sumowanie się tych trzech kategorii do jedności (np. duży udział użytków zielonych jest równoznaczny z niskim udziałem gruntów zalesionych w krajobrazie itp.). Ponadto stwierdzono, że widoczność była wysoka w miejscach z wysokim udziałem użytków zielonych, natomiast spadała w miejscach o wyższym stopniu zalesienia (Rycina 20).



**Rycina 20.** Macierz korelacji liczebności kulika wielkiego, liczebności innych gatunków ptaków i ssaków oraz cech środowiskowych dla 413 transektów kontrolowanych w 2016 roku. W górnej części wykresu widoczne są współczynniki korelacji nieparametrycznej Spearmanna wraz z istotnością zaznaczoną gwiazdkami, w dolnej części wykresu przedstawione są wykresy rozrzutu z dopasowaniem nieliniowym typu LOESS w kolorze czerwonym. Przykładowo, korelacja między liczebnością kulika wielkiego, a udziałem lasu w sąsiedztwie transektu wynosiła -0,19.

Większość mierzonych cech środowiska była istotnie inna na odcinkach, na których był obserwowany kulik wielki niż w pozostałych monitorowanych lokalizacjach, wskazując na potencjalne preferencje siedliskowe tego gatunku. Odcinki transektów, na których obserwowano kulika wielkiego charakteryzowały się wyższym udziałem użytków zielonych i niższym udziałem gruntów ornych i lasu. Ponadto w miejscach występowania kulika wielkiego obserwowano nieco więcej innych gatunków siewek, a także ptaków krukowatych niż w miejscach, w których kulika wielkiego nie stwierdzono. Nie odnotowano natomiast istotnego związku pomiędzy obecnością kulika wielkiego a występowaniem ssaków drapieżnych oraz krów. Odcinki transektów, na których obserwowano kulika wielkiego nie różniły się istotnie pod względem godziny kontroli od lokalizacji, w których nie stwierdzono tego gatunku. Natomiast miejsca występowania kulika wielkiego charakteryzowały się nieco wyższą widocznością niż odcinki, na których nie obserwowano tego ptaka (Rycina 21).



**Rycina 21.** Porównanie wartości wybranych parametrów kontroli i cech środowiskowych (krowy, inne siewki, krukowate i ssaki – zlogarytmowane) odcinków transektów kontrolowanych w 2016 roku, w zależności od stwierdzenia kulika wielkiego. Nad każdym panelem podana jest istotność różnicy w średniej wartości cechy na odcinkach z kulikiem wielkim i bez (test Wilcoxona). Przykładowo, na odcinkach z kulikiem wielkim stwierdzono więcej innych siewek, niż na odcinkach bez kulika wielkiego.

### 3.4. Obecność kulików wielkich na kontrolowanych odcinkach transektów

W modelach GAMM o najwyższej rozdzielczości (traktujących każdą wizytę na każdym odcinku transektu osobno) stwierdzono istotny ujemny wpływ powierzchni zalesionych na występowanie wszystkich osobników kulików wielkich oraz na występowanie osobników lęgowych. Ponadto negatywny wpływ na obecność wszystkich osobników kulików wielkich miał udział gruntów ornych w sąsiedztwie 500-metrowego odcinka transektu. Obecność ptaków krukowatych i innych siewek korelowała natomiast pozytywnie z obecnością kulika wielkiego. W kolejnych kontrolach stwierdzano kuliki wielkie coraz rzadziej (Tabela 4).

**Tabela 4.** Podsumowanie dwóch modeli typu *Generalized Additive Mixed Models* tłumaczących obecność kulików wielkich podczas 4956 kontroli 500-metrowych odcinków transektów w 2016 roku. Widoczność określana przez obserwatora w trakcie każdej kontroli była uwzględniona jako offset, kwadrat był uwzględniany jako czynnik losowy. Predyktory istotne ( $p < 0.05$ ) są zaznaczone pogrubioną czcionką.

Zmienne niezależne:	GAMM1_wszystkie*				GAMM1_lęgowe*				
	B	SE	t	P	B	SE	t	P	
<b>Dopasowanie liniowe</b>									
Intercept	-33,56	11,89	2,8	<b>0,0048</b>	-34,85	13,06	2,7	<b>0,0076</b>	
Las (powierzchnia)	-0,18	0,07	2,7	<b>0,0075</b>	-0,17	0,07	2,3	<b>0,0216</b>	
Grunty orne (powierzchnia)	-0,13	0,06	2,2	<b>0,0252</b>	-0,11	0,06	1,7	0,0902	
Krukowate (obecność)	0,65	0,14	4,8	<b>0,0000</b>	0,59	0,15	4,0	<b>0,0000</b>	
Inne siewki (obecność)	0,42	0,08	5,3	<b>0,0000</b>	0,33	0,09	3,7	<b>0,0002</b>	
Krowy (obecność)	-0,02	0,21	0,1	0,9241	0,02	0,23	0,1	0,9254	
Ssaki (obecność)	-0,50	0,30	0,2	0,8652	-0,17	0,34	0,5	0,6250	
Numer kontroli									
Kontrola 1	0				0				
Kontrola 2	-0,14	0,15	0,9	0,3602	-0,09	0,16	0,6	0,5723	
Kontrola 3	-0,56	0,16	3,4	<b>0,0006</b>	-0,76	0,19	4,1	<b>0,0000</b>	
---									
		<b>edf</b>	<b>R.df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>edf</b>	<b>R.df</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Dopasowanie nieparametryczne</b>									
Godzina	1,00	1,00	0,2	0,6861	1,00	1,00	0,2	0,6977	

\* - dokładny opis modeli podany jest w tabeli 1

### 3.5. Obecność kulików wielkich na kontrolowanych transektach poprawiona o niedoskonałą wykrywalność

Kuliki wielkie unikały miejsc z wysokim udziałem powierzchni zalesionych – lesistość była istotnym ujemnym predyktorem obecności kulika wielkiego w kontrolowanych lokalizacjach, tymczasem udział gruntów ornych nie miał znaczenia dla występowania kulików. Liczebność ptaków krukowatych i ssaków drapieżnych, notowana wzdłuż transektów, nie miały znaczenia dla występowania kulików wielkich. Podobnie liczba pasących się krów, która może być wskaźnikiem sposobu gospodarowania na użytkach zielonych (pastwiskowy lub kośny) nie wpływała na obecność ptaków.

Na potrzeby modelowania złączono dwie ostoje zlokalizowane w dolinie Biebrzy (Górna Biebrza oraz Dolna Biebrza i Wizna) oraz trzy ostoje w dolinie Toruńsko-Eberswaldzkiej (Dolina Górnej Noteci, Dolina Dolnej Noteci oraz Ujście Warty). W efekcie, rozpatrywano dziewięć ostoi. Spośród nich Dolina Środkowej Warty charakteryzowała się najniższą oczekiwaną liczebnością

kulika wielkiego w przeliczeniu na jeden transekt, dlatego w modelowaniu została wykorzystana jako kategoria referencyjna (parametr w modelu dla tej kategorii wynosi zero). Spośród pozostałych ostoj najwyższe oszacowania liczebności odnotowano dla Bagna Pulwy, Doliny Biebrzy i Wizny oraz ostoj Żelizna, a najniższe – obok referencyjnej kategorii Dolina Środkowej Warty – dla Doliny Bugu i Liwca (Tabela 5).

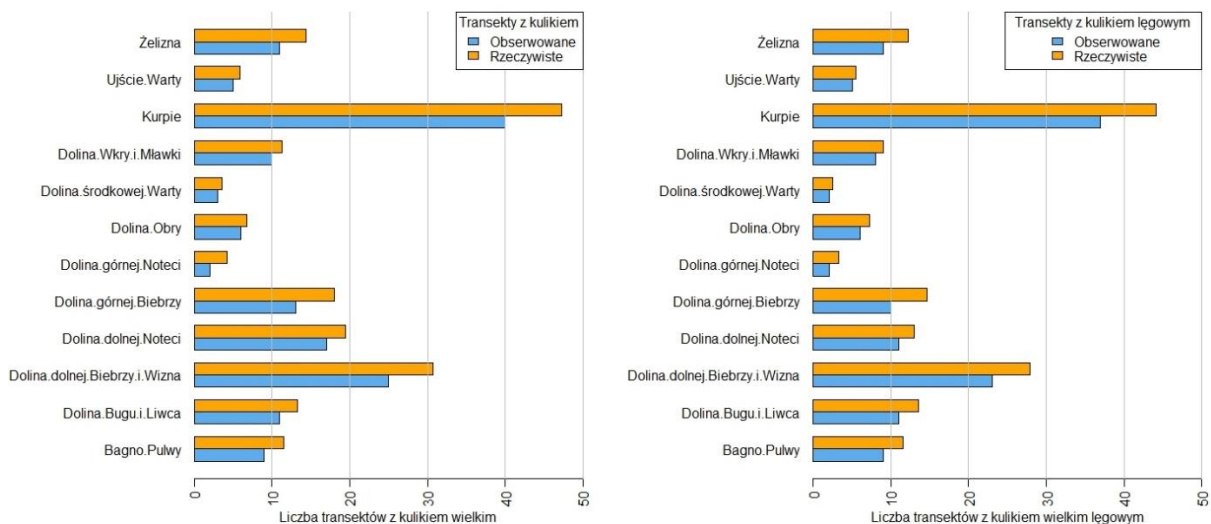
Spośród sześciu potencjalnych predyktorów wykrywalności kulików wielkich potwierdzono istotne znaczenie trzech – numeru kontroli, liczebności ptaków krukowatych i widoczności. W kolejnych kontrolach wykrywalność ptaków była coraz niższa. Może być to związane z rozwojem roślinności (wysokość traw, trzciny, pojawianie się liści na krzewach), która ogranicza widoczność podczas obserwacji, a także z ubywaniem ptaków z miejsc gniazdowania w wyniku strat w lęgach. Liczebność ptaków krukowatych w sąsiedztwie transektu podnosiła prawdopodobieństwo wykrycia kulika wielkiego. Najprawdopodobniej obecność wron i kurków zmusza kuliki wielkie do wzmożenia aktywności (ptaki bronią gniazda, są zaniepokojone, odzywają się, próbują przegonić drapieżniki itp.), które stają się tym samym łatwiej zauważalne dla obserwatora. Co ważne, modele z klasy *Occupancy* pokazują, że mimo, że liczebność krukowatych i liczebność kulików wielkich są ze sobą pozytywnie skorelowane (patrz modele w Tabeli 4 oraz korelacje na Rycinie 20), to korelacja ta jest generowana przede wszystkim przez lepszą wykrywalność kulików wielkich, a nie występowanie kulików wielkich w miejscach z wysokimi liczebnościami krukowatych. Podobnych efektów nie stwierdzono jednak w przypadku ssaków drapieżnych i krów (Tabela 5). Widoczność szacowana przez obserwatorów wzdłuż transektu również pozytywnie wpływała na wykrywalność kulików wielkich. Prawdopodobieństwo wykrycia kulika wielkiego w miejscu, w którym jest on obecny jest zatem największe w czasie pierwszej kontroli, na transektach gwarantujących dobrą widoczność i przy obecności ptaków krukowatych (Tabela 5).

**Tabela 5.** Podsumowanie dwóch modeli typu *Occupancy* tłumaczących obecność i wykrywalność kulików wielkich podczas kontroli na 413 transektach w 2016 roku. Dla każdego predyktora podano średnie oszacowanie parametru (Efekt), odchylenie standardowe (SD) i przedział ufności dla oszacowania (95%CI). Efekty, których przedziały ufności nie obejmowały zera uznano za istotne i przedstawiono za pomocą pogrubionej czcionki.

Predyktor	Occupancy_wszystkie*				Occupancy_łęgowe*			
	Efekt	SD	95% CI		Efekt	SD	95% CI	
<b>Obecność gatunku</b>								
(Intercept)	<b>-1.464</b>	<b>0.688</b>	<b>-2.896</b>	<b>-0.133</b>	<b>-1.909</b>	<b>0.759</b>	<b>-3.312</b>	<b>-0.639</b>
Las (powierzchnia)	<b>-0.411</b>	<b>0.161</b>	<b>-0.725</b>	<b>-0.092</b>	<b>-0.448</b>	<b>0.167</b>	<b>-0.789</b>	<b>-0.151</b>
Grunty orne (powierzchnia)	-0.078	0.147	-0.366	0.203	-0.043	0.149	-0.360	0.220
Liczebność krukowatych	-0.005	0.142	-0.309	0.250	0.023	0.152	-0.266	0.301
Liczebność ssaków	0.168	0.138	-0.090	0.437	0.057	0.137	-0.232	0.310
Liczebność krów	-0.016	0.154	-0.308	0.291	-0.082	0.163	-0.387	0.246
Ostoja:								
Dolina.środkowej.Warty	0.000				0.000			
Bagno.Pulwy	<b>8.945</b>	<b>5.660</b>	<b>1.267</b>	<b>20.556</b>	<b>9.261</b>	<b>5.481</b>	<b>1.497</b>	<b>20.667</b>
Dolina.Bugu.i.Liwca	0.505	0.782	-1.054	2.067	0.925	0.845	-0.588	2.458
Dolina.Biebrzy.i.Wizna	<b>1.634</b>	<b>0.753</b>	<b>0.178</b>	<b>3.165</b>	<b>1.718</b>	<b>0.806</b>	<b>0.310</b>	<b>3.168</b>
Dolina.Wkry.i.Mławki	1.181	0.866	-0.479	2.947	1.262	0.923	-0.346	3.082
Kurpie	0.956	0.740	-0.498	2.473	1.308	0.812	-0.089	2.811
Żelizna	<b>8.678</b>	<b>5.727</b>	<b>0.794</b>	<b>20.205</b>	<b>5.052</b>	<b>4.484</b>	<b>0.336</b>	<b>16.709</b>
Dolina.Obry	1.616	1.235	-0.453	3.637	2.316	2.029	-0.023	4.559
Dolina.Noteci.i.Ujście.Warty	1.126	0.755	-0.373	2.687	1.103	0.821	-0.409	2.611
<b>Wykrywalność gatunku</b>								
Intercept	0.208	0.182	-0.129	0.573	0.241	0.201	-0.144	0.630
Numer kontroli								
Kontrola 1	0.000				0.000			
Kontrola 2	-0.196	0.217	-0.649	0.198	-0.190	0.231	-0.614	0.285
Kontrola 3	<b>-0.826</b>	<b>0.226</b>	<b>-1.279</b>	<b>-0.410</b>	<b>-1.130</b>	<b>0.247</b>	<b>-1.599</b>	<b>-0.646</b>
Pora dnia								
Rano (do 10)	0.000				0.000			
Środek dnia (po 10)	-0.086	0.098	-0.278	0.108	-0.023	0.110	-0.223	0.206
Liczebność krukowatych	<b>0.887</b>	<b>0.210</b>	<b>0.485</b>	<b>1.297</b>	<b>0.828</b>	<b>0.226</b>	<b>0.399</b>	<b>1.263</b>
Liczebność ssaków	0.003	0.096	-0.186	0.185	0.038	0.112	-0.189	0.254
Liczebność krów	0.020	0.131	-0.238	0.269	0.099	0.146	-0.181	0.390
Widoczność	<b>0.298</b>	<b>0.127</b>	<b>0.055</b>	<b>0.541</b>	0.158	0.148	-0.113	0.459

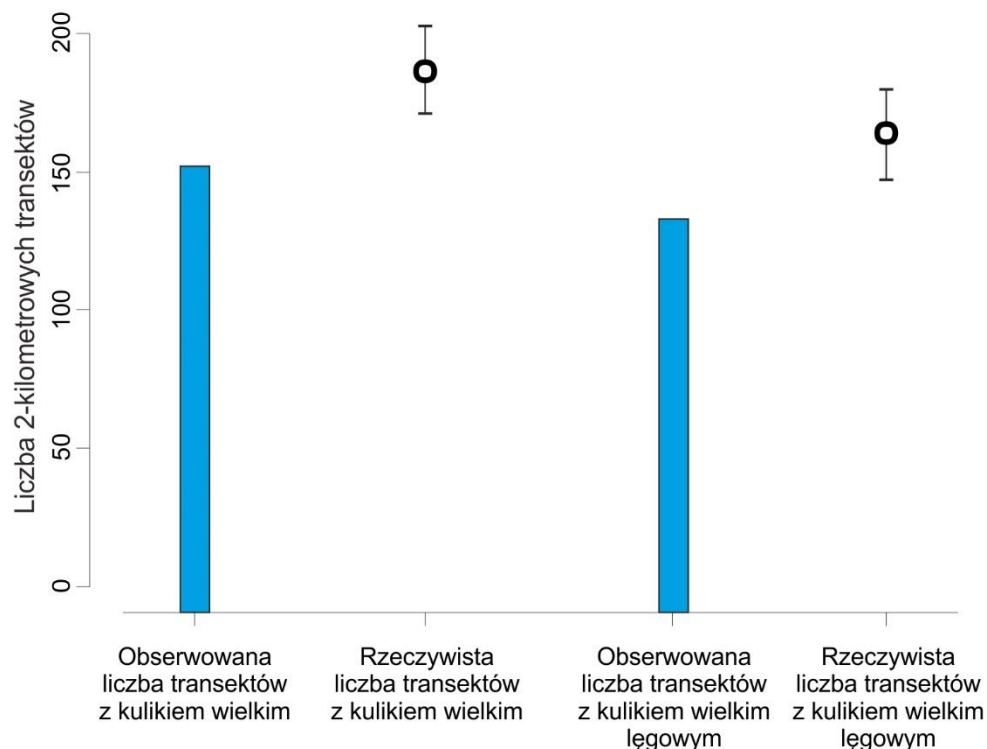
\* - dokładny opis modeli podany jest w tabeli 1

W każdej spośród 12 ostoi liczba transektów, na których obserwowano kuliki wielkie była nieco niższa niż rzeczywista liczba transektów, w sąsiedztwie których kuliki występowały. Różnicę stwierdzono zarówno w przypadku wszystkich osobników, jak i osobników łęgowych (Rycina 22).



**Rycina 22.** Liczba transektów, w sąsiedztwie których obserwowano kuliki wielkie (niebieskie słupki) oraz liczba transektów, w sąsiedztwie których występowały kuliki wielkie (pomarańczowe słupki). Na wykresach przedstawiono dane dla wszystkich osobników (lewy wykres) i lęgowych osobników (prawy wykres).

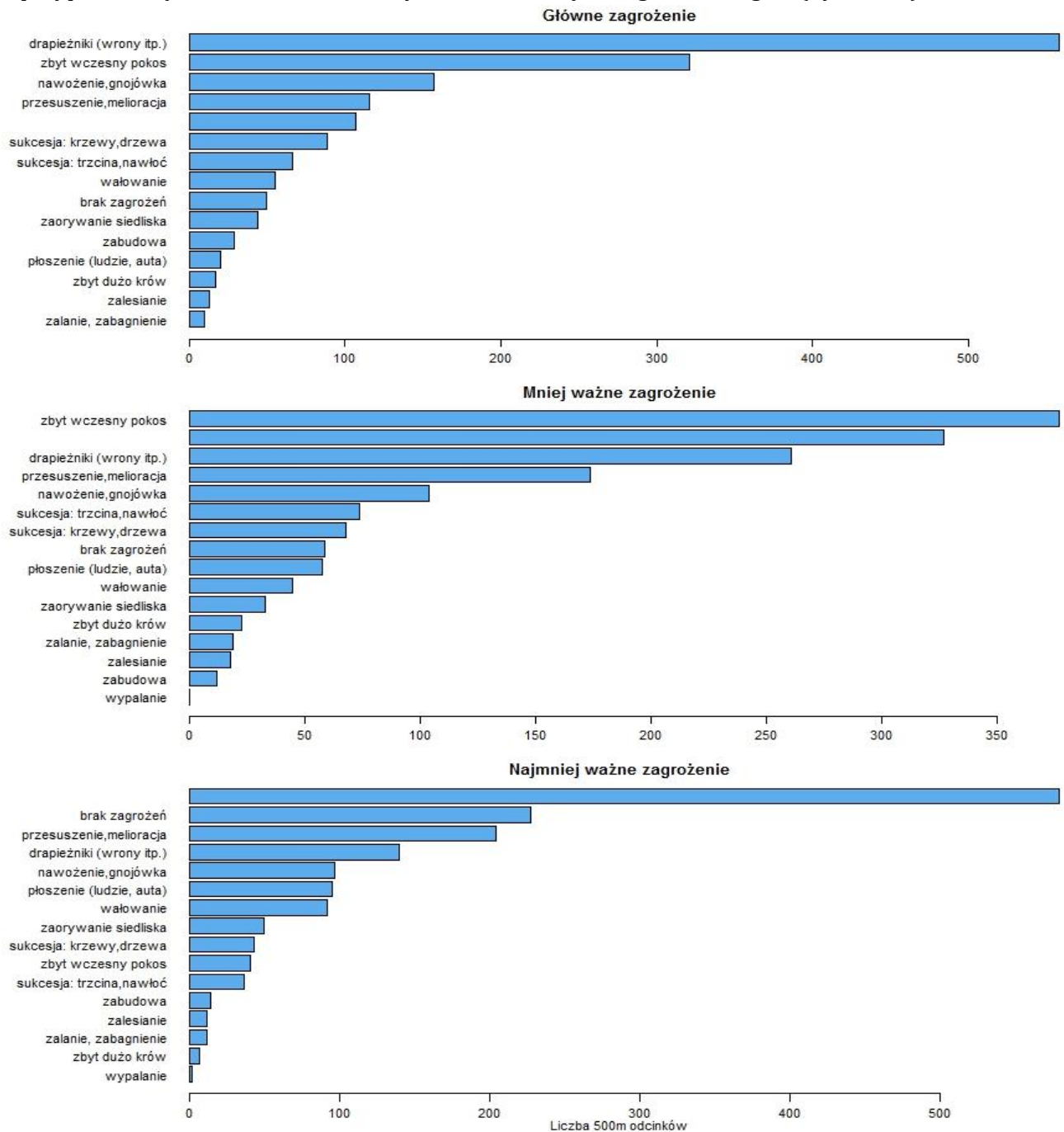
W efekcie niedoskonałej wykrywalności obserwowana liczba zasiedlonych powierzchni jest istotnie niższa niż rzeczywista liczba powierzchni, na których występowały kuliki wielkie. W 2016 roku ptaki te obserwowano na 152 spośród 413 kontrolowanych powierzchni, jednak szacowana rzeczywista liczba kwadratów, w granicach których występowały kuliki wielkie wynosi 171. Osobniki lęgowe stwierdzono na 133 spośród 152 powierzchni monitoringowych, na których obserwowano kuliki wielkie, natomiast szacowana rzeczywista liczba powierzchni, na których występowały lęgowe kuliki wielkie wynosi 147 (Rycina 23).



**Rycina 23.** Obserwowana (niebieskie słupki) i rzeczywista (kółka; przedział wokół kółek wskazuje 95% przedział ufności) liczba transektów (i powierzchni), na których występowały kuliki wielkie w roku 2016.

### 3.6. Zagrożenia dla kulika wielkiego

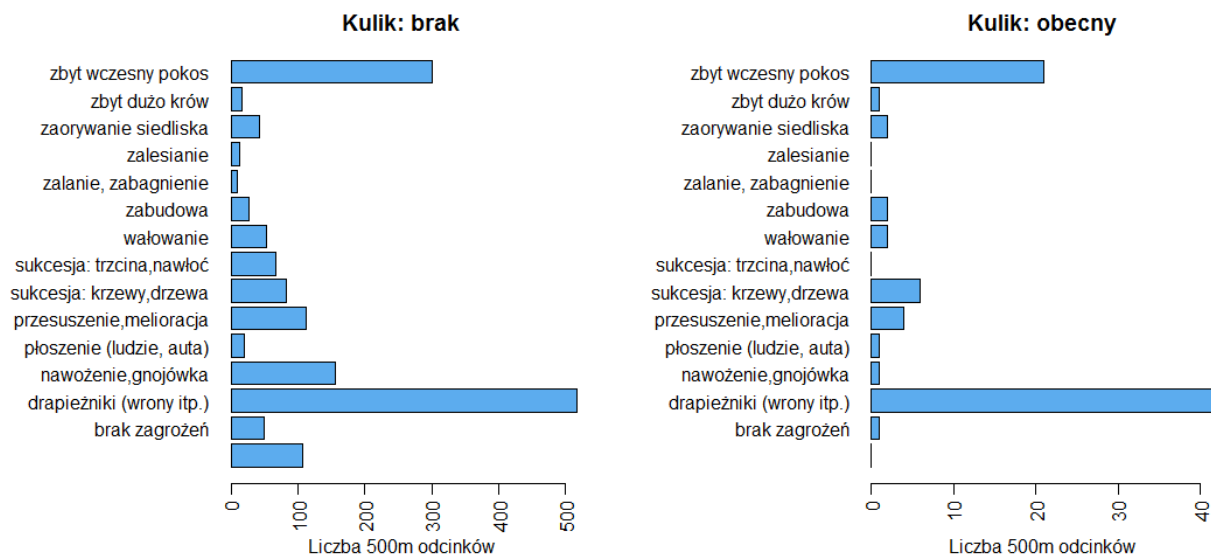
Spośród kilkunastu rozpatrywanych kategorii zagrożeń dla kulików wielkich wzdłuż kontrolowanych transektów, najczęstszym zagrożeniem było drapieżnictwo oraz zbyt wczesny pokos. Następnymi w kolejności wskazywanymi przez obserwatorów zagrożeniami były nawożenie użytków zielonych oraz przesuszenie w wyniku melioracji. Sukcesja roślinna w postaci wkraczania krzewów, drzew, trzciny i nawłoci wymieniana była wyraźnie rzadziej (stwierdzona na ok. 200 odcinkach jako główne zagrożenie). Inne zagrożenia były stwierdzane rzadko. Uwagę zwraca rzadko pojawiające się wśród zagrożeń zbyt intensywne użytkowanie pastwiskowe (kategoria "zbyt dużo krów"). W niewielu przypadkach wskazywano na brak zagrożeń, w przypadku części ankiet obserwatorzy nie odnosili się do zagrożeń w ogóle (Rycina 24).



**Rycina 24.** Częstość występowania zagrożeń dla kulika wielkiego na poszczególnych odcinkach transektów kontrolowanych w 2016 roku. Od góry przedstawiono wykresy z zagrożeniami w malejącej ważności. Uwaga: kolejność kategorii na trzech wykresach jest inna, brak nazwy zagrożenia oznacza brak określenia zagrożenia.



Wstępne porównanie odcinków, na których stwierdzano kuliki wielkie, z pozostałymi, nie wykazuje wyraźnych różnic w ważności zagrożeń – w przypadku obu typów odcinków dominującymi zagrożeniami są drapieźnictwo i zbyt wczesny pokos (Rycina 25).



**Rycina 25.** Częstość występowania najważniejszych zagrożeń dla kulika wielkiego dla poszczególnych odcinków transektów kontrolowanych w 2016 roku dla odcinków, na których nie stwierdzono kulika wielkiego (lewy wykres) i na odcinkach, na których obserwowano kuliki wielkie (prawy wykres).

## 4. Wstępne zalecenia dla ochrony kulika wielkiego

Przeprowadzone analizy umożliwiają wskazanie istotnych z punktu widzenia ochrony gatunku wniosków:

1. Sposób użytkowania gruntów w kontrolowanych lokalizacjach wpływa istotnie na występowanie kulików wielkich – ptaki te unikają gruntów zalesionych, a preferują użytki zielone. Zatem w takich miejscach powinny być koncentrowane zadania z zakresu ochrony czynnej (np. wdrażanie programu rolno-środowiskowo-klimatycznego). Z drugiej strony, sposób użytkowania gruntów wyjaśnia jedynie niewielką część wariacji liczebności kulika wielkiego między powierzchniami, wskazując, że bardziej szczegółowe cechy środowiska (prawdopodobnie wilgotność i jej dynamika, przestrzenna struktura krajobrazu, antropopresja itp.) mogłyby lepiej wytłumaczyć czasowo-przestrzenną dynamikę jego populacji. Zagadnienia te wydają się być ważne dla lepszego zrozumienia przyczyn zaniku populacji kulika wielkiego w Polsce, dlatego też powinny być przedmiotem osobnych badań.
2. Stwierdzono istotną powtarzalność występowania kulików wielkich w obrębie jednego sezonu (korelacje między obserwacjami z poszczególnych wizyt), a także między latami, dlatego działania z zakresu ochrony czynnej należy koncentrować w miejscach dotychczasowego występowania gatunku.
3. Obserwowana jest pewna zmienność w zasiedleniu powierzchni przez kuliki wielkie między latami, co częściowo wynika z niedoskonałej wykrywalności, ale może też wskazywać na dynamikę jakości siedlisk na poszczególnych powierzchniach (tj. każdego roku część ptaków wybiera inną lokalizację).
4. Wypas nie jest czynnikiem tłumaczącym obecność ani wykrywalność kulika wielkiego (zobacz też Żmihorski et al. 2016), a zbyt intensywny wypas jest rzadko wskazywany, jako zagrożenie dla tego gatunku.
5. W miejscach występowania kulika wielkiego obserwowanych jest również więcej krukowatych, gdyż preferują podobne siedliska. Ptaki te podnoszą wykrywalność kulików wielkich, prawdopodobnie zmuszając je do większej aktywności (obrona gniazda), a drapieżnictwo jest wykazywane przez obserwatorów, jako najważniejsze zagrożenie dla tego gatunku. Obserwacje te wskazują, że zadania z zakresu ochrony czynnej powinny uwzględniać redukcję presji drapieżniczej w miejscach występowania kulika wielkiego. Dobrą metodą może być redukcja liczby gniazd ptaków krukowatych i potencjalnych miejsc lęgów tych gatunków.
6. Występowanie kulika wielkiego pozytywnie koreluje z występowaniem innych ptaków z grupy siewek łąkowych, wskazując, że kulik wielki może być gatunkiem wskaźnikowym dla szerszej grupy gatunków (w tym trudniej wykrywalnych, np. krwawodzioba), a ochrona jego siedlisk będzie pozytywnie wpływać na jakość siedlisk lęgowych innych ptaków, w tym gatunków rzadkich i ginących (np. rycyk).

## 5. Spis literatury

- Berg Å (1994) Maintenance of populations and causes of population-changes of curlews *Numenius arquata* breeding on farmland. *Biological Conservation* 67: 233-238.
- BirdLife International (2015) European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- Chylarecki P (2013) Założenia metodyczne do inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce. TP Bocian, Warszawa. [Pełny tekst w PDF](#)
- Chylarecki P (2014) Wyniki inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce w roku 2013. Wersja 4.4. TP Bocian, Warszawa. [Pełny tekst w PDF](#)
- Chylarecki P, Żmihorski M (2014) Założenia metodyczne do inwentaryzacji kulika wielkiego w ostojach gatunku na Lubelszczyźnie. TP Bocian, Warszawa. [Pełny tekst w PDF](#)
- Ławicki Ł, Wylegała P, Batycki A, Kajzer Z, Guentzel S, Jasiński M, Kruszyk R, Rubacha S, Żmihorski M (2011) Long-term decline of the grassland waders in Western Poland. *Vogelwelt* 132:101-108.
- Plummer M (2016). rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC. R package version 4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=rjags>
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Wood SN (2006) Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall/CRC.
- Żmihorski M (2014) Wyniki inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce w roku 2014. TP Bocian, Warszawa. [Pełny tekst w PDF](#)
- Żmihorski M (2015) Założenia metodyczne do monitoringu kulika wielkiego w Polsce w latach 2015-2017. TP Bocian, Warszawa. [Pełny tekst w PDF](#)
- Żmihorski M, Pärt T, Gustafson T, Berg Å (2016) Effects of water level and grassland management on alpha and beta diversity of birds in restored wetlands. *Journal of Applied Ecology* (w druku)

## 6. Streszczenie w języku angielskim

### **Monitoring of the population of Curlew *Numenius arquata* in Poland in 2016.**

The Polish population of the Curlew most probably does not exceed 300 pairs and shows deep long-term negative trend during recent tens of years. In 2015 the Wildlife Society "Stork" launched the monitoring project (planned for 2015-2017) funded by the National Fund for Environmental Protection and Water Management in Poland. The main aims of the monitoring were: (1) to track the temporal changes of the abundance of the Curlew in its main nesting sites in Poland, (2) to link the occurrence of the species with habitat and landscape characteristics. The field survey was conducted along 413 2km-long transects (each divided to four 500-m segments) placed in 12 areas in Poland. Each transect was visited 3 times per year by experienced observers.

In 2016 587 Curlews were observed (70 less compared to 2015) in 152 plots (147 in 2015). The highest numbers of birds were recorded in Biebrza and Noteć river valleys (Eastern and Western Poland respectively), as well as in Kurpie (Northern-Central Poland) and Żelizna (South-East Poland). The abundance of the Curlew was affected by the land-use along the surveyed transects (more specifically, the species avoided arable land and forests, and preferred grasslands) and was positively correlated with the occurrence of other waders and corvids.

More detailed analyses accounting for imperfect detection (i.e. the fact that the observer can overlook curlews) suggested that detectability of the species is positively linked to: the occurrence of corvids, the visibility (evaluated by the observers in the field for each transect) and the time of the survey (highest in April, the lowest in June). After the correction for the imperfect detection, clear differences in occurrence between the 12 plots were observed. Moreover the negative effect of the share of the forest was recorded. The analyses of the threats recorded by the observers for each transect showed predation and early mowing to be the most important ones. The natural succession (overgrowing with trees and bushes) and low wetness were less often indicated while overgrazing by cattle were accidental.

The study indicates the following recommendations for the conservation of the Curlew in Poland: (1) the species prefers grasslands while avoids forests, thus conservation measures (e.g. agri-environment schemes) should be focused on grassland-dominated areas with low proportion of other land-use types. It is unclear however what are the effects of the other habitat characteristics, including wetness, flooding regime, landscape composition and configuration and human pressure (these were not collected during the survey). (2) We recorded clear site fidelity, both between years (2015 and 2016) and within the season (between the visits), indicating that conservation measures should be placed at sites already (or recently) occupied by the species. (3) Grazing occurrence and intensity seems to be of less importance for the occurrence and abundance of the curlew. (4) The Curlews co-occur with corvids, the presence of corvids increases detectability of the Curlews. Moreover, predation is indicated by the observers as the most important threat for the Curlew. It seems therefore that reduction of predators' pressure should be one of the most important aims of the protection of the species. (5) The Curlew co-occurs with several other rare and declining waders (e.g. Black-tailed godwit), thus suggesting that it can be used as an indicator species and conservation of the Curlew will most probably benefit these birds as well.