

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

Joanna Zofia Białowicz

Bocian biały (*Ciconia ciconia* (L.)) jako  
wskaźnik jakości i zmian środowiska oraz  
krajobrazu

White stork (*Ciconia ciconia* (L.)) as an indicator of quality and  
changes in the environment and landscape

Rozprawa Doktorska

Doctoral thesis

Praca wykonana pod kierunkiem promotora  
prof. dr hab. Axel Schwerk  
Instytut Inżynierii Środowiska, Katedra Sztuki Krajobrazu  
oraz promotora pomocniczego  
dr inż. Izabela Dymitryszyn  
Instytut Inżynierii Środowiska, Katedra Sztuki Krajobrazu

Warszawa, 2024

*Pragnę podziękować Wszystkim, bez których ta praca by nie powstała.*

*Zwłaszcza mojemu Mężowi,  
który cierpliwie cały czas był przy mnie,  
dając mi wsparcie, siłę i wytrwałość w dążeniu do celu.  
Promotorowi,  
na którego zawsze mogłam liczyć,  
i który czuwał nad wszystkimi etapami mojej pracy.  
Promotorce pomocniczej,  
za wszystkie merytoryczne uwagi i przemyślenia.  
Rodzinie, która zawsze we mnie wierzyła.  
Wszystkim, którzy przyczynili się do powstania tej pracy.*

### Oświadczenie Promotora pracy

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego.

Data 26.07.2024..... Podpis promotora pracy 

### Oświadczenie autora pracy

Świadoma odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska została napisana przez mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia naukowego w wyższej uczelni.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Data 26.07.2024..... Podpis autora pracy 





## Streszczenie

### **Bocian biały (*Ciconia ciconia* (L.)) jako wskaźnik jakości i zmian środowiska oraz krajobrazu**

Bocian biały jest jednym z fakultatywnych wskaźników audytu krajobrazowego – narzędzia wprowadzonego do polskiej legislacji w ostatnich latach. Celem niniejszej pracy była analiza obszarów, w których gniazduje bocian biały nie tylko pod względem wartości ekologicznej, lecz i fizjonomii krajobrazu. Mając na uwadze dostępność różnych danych wykorzystanych w niniejszej pracy, określono obszar badań jako 122 gniazda zlokalizowane w rejonie Kampinoskiego Parku Narodowego, lata 2006-18. Zestawienie parametrów populacji bociana z analizami przestrzennymi i statystycznymi pozwoliło ilościowo scharakteryzować pokrycie terenu preferowane przez bociana, w tym oddalenie od trwałych bagien a bliskość terenów okresowo podmokłych. Analiza wnętrz krajobrazowych 20 wybranych gniazd i ocena uwarunkowań przestrzennych wsi w obszarze badań wskazała, że bocian jest indykatorem krajobrazów wiejskich z przewagą wstęgowo ułożonych niewielkich pól, łąk i pastwisk. W pracy połączono zmienne krajobrazowe i środowiskowe.

Słowa kluczowe – bocian biały, krajobraz, środowisko, Corine Land Cover, Kampinoski Park Narodowy, audyt krajobrazowy

## Summary

### **White stork (*Ciconia ciconia* (L.)) as an indicator of quality and changes in the environment and landscape**

The white stork is one of the facultative indicators of a landscape audit - a tool introduced into Polish legislation in recent years. The aim of this thesis was to analyse areas where white stork are nesting not only in terms of ecological value, but also landscape physiognomy. Taking into account the availability of diverse data used in this study, the study area was defined as 122 nests located in the area of Kampinos National Park and the years 2006-18. The combination of white stork population parameters with spatial and statistical analyses allowed for a quantitative characterisation of the land cover preferred by the stork, including distance from permanent marshes and proximity to periodically marshy areas. An analysis of the landscape interiors of 20 selected nests and an assessment of the spatial conditions of villages in the study area indicated that the stork is an indicator of village landscape with a predominance of ribbon-like small fields, meadows and pastures. The work combines landscape and environmental variables.

Keywords – white stork, landscape, environment, Corine Land Cover, Kampinos National Park, landscape audit



# Spis treści

Spis treści.....	7
1 Wstęp.....	9
2 Przegląd badań.....	13
2.1 Zwierzęta jako bioindykatory .....	13
2.2 Bocian biały w kulturze i środowisku.....	16
2.3 Audyt krajobrazowy.....	21
3 Hipotezy badawcze i cele .....	24
4 Metodyka.....	25
4.1 Obszar badań – Kampinos .....	25
4.2 Dane o bocianie białym.....	30
4.3 Parametry badawcze.....	39
4.3.1 Parametry środowiskowe .....	39
4.3.2 Parametry krajobrazowe.....	41
4.4 Analizy środowiskowe .....	44
4.4.1 Struktura pokrycia terenu Kampinoskiego Parku Narodowego.....	44
4.4.2 CORINE Land Cover .....	45
4.4.3 Rozdrobnienie przestrzenne .....	49
4.4.4 Zbiorniki wodne i obszary podmokłe .....	50
4.5 Analizy krajobrazowe .....	51
4.6 Analizy statystyczne.....	56
4.6.1 Analiza korelacji .....	56
4.6.2 Uogólnione modele liniowe GLM .....	58
4.6.3 Analiza statystyczna zmiennych krajobrazowych .....	60
5 Wyniki .....	62
5.1 Parametry środowiskowe a bocian biały.....	62
5.1.1 Analiza pokrycia terenu .....	62
5.1.2 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu, a parametrami opisującymi bociana białego .....	66
5.1.3 Analiza rozdrobnienia przestrzennego i strukturalnego krajobrazu.....	78
5.1.4 Współczynniki korelacji pomiędzy fragmentacją krajobrazu, a parametrami opisującymi bociana białego .....	86

5.1.5	Woda jako element kluczowy lokalizacji gniazda .....	90
5.2	Parametry krajobrazowe a bocian biały.....	92
5.2.1	Analiza wnętrz krajobrazowych (WAK) zasiedlanych przez bociana białego	92
5.2.2	Współczynniki korelacji pomiędzy parametrami opisującymi wnętrza krajobrazowe, a parametrami opisującymi bociana białego .....	153
5.2.3	Porównanie parametrów populacji bociana białego w zależności od parametrów krajobrazowych.....	154
6	Dyskusja.....	160
6.1	Parametry środowiskowe a bocian biały .....	160
6.1.1	Pokrycie terenu .....	160
6.1.2	Bocian biały a pokrycie terenu Corine Land Cover .....	161
6.1.3	Bocian biały a rozdrobnienie przestrzenne krajobrazu zgodnie z Corine Land Cover.....	166
6.1.4	Bocian biały a występowanie różnych typów obszarów wodnych według Copernicus HRL WAW .....	167
6.2	Bocian biały a parametry krajobrazowe .....	168
6.2.1	Bocian biały, a parametry geometryczne wnętrz.....	168
6.2.2	Bocian biały a pozostałe parametry wnętrz .....	170
6.3	Koncepcja zestawienia wyników analiz oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowymi na parametry bocianie .....	172
6.4	Bocian biały a audyt krajobrazowy .....	174
7	Podsumowanie .....	176
8	Wnioski .....	181
	Bibliografia.....	183
	Spis rysunków .....	197
	Spis fotografii.....	202
	Spis tabel .....	204

# 1 Wstęp

Pod koniec ubiegłego stulecia na świecie dostrzeżono potrzebę nie tylko ochrony środowiska, ale również ochrony krajobrazów. Efektem rozważań nad ochroną krajobrazu w Europie było stworzenie przez Państwa Członkowskie Rady Europy 20 października 2000 r. we Florencji Europejskiej Konwencji Krajobrazowej (EUROPEJSKA KONWENCJA KRAJOBRAZOWA, 2006). Jednakże już w Konwencji w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, podpisanej w Paryżu w 16 listopada 1972 r., została zauważona wyjątkowość budowli zespolonych z krajobrazem czy dzieł współtworzonych siłami przyrody i człowieka (Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, przyjęta w Paryżu dnia 16 listopada 1972 r. przez Konferencję Generalną Organizacji Narodów Zjednoczonych dla Wychowania, Nauki i Kultury na jej siedemnastej sesji., 1976).

Europejska Konwencja Krajobrazowa (EUROPEJSKA KONWENCJA KRAJOBRAZOWA, 2006) została ratyfikowana przez Polskę w 2006 r. Jej celem jest zachowanie lub ukształtowanie określonego poziomu jakości krajobrazu poprzez ochronę, gospodarkę i planowanie krajobrazu w duchu zrównoważonego rozwoju (Chmielewski, 2013). Uznaje ona, że krajobraz jest istotnym elementem otoczenia człowieka, przyczyniającym się do tworzenia europejskiej tożsamości, gdyż stanowi komponent dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego. Sygnatariusze zobowiązali się do:

- uznania krajobrazów jako podstawy europejskiego dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego, stanowiącego o dobrobycie ludzi;
- wdrożenia polityki dotyczącej ochrony krajobrazu oraz zaangażowanie władz na wszystkich szczeblach;
- partycypacji społecznej w zakresie ochrony krajobrazu;
- zintegrowanie działań z planowaniem przestrzennym i zrównoważonym rozwojem gospodarczym.

Wdrożenie założeń Konwencji polega przede wszystkim na zidentyfikowaniu krajobrazów na terenie Państw Sygnatariuszy, ocenie ich wartości oraz określeniu standardów ich jakości (Balon & Krąż, 2013). By wprowadzić założenia Europejskiej Konwencji Krajobrazowej Rząd Polski przyjął Ustawę (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015) z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze

wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, która do Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, 2023) wprowadza audyt krajobrazowy.

Jednocześnie jest to również odpowiedź na przeprowadzony w Polsce w 2015 roku III Przegląd Ekologiczny Państw (OECD, 2015), w którym jedną z rekomendacji jest zmiana Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym tak aby zintegrować ochronę różnorodności biologicznej z planowaniem przestrzennym. Ponieważ, pomimo istnienia zapisów w tej ustawie, dotyczących uwzględniania ochrony przyrody w planowaniu przestrzennym (Ociepa-Kubicka, 2014), uznano je za niewystarczające.

Dotychczas w Polsce kompetencje w zakresie ochrony krajobrazu były podzielone pomiędzy różne resorty rządowe, odpowiedzialne między in. za ochronę środowiska, w tym przyrody (ministerstwo ds. środowiska), za rozwój infrastruktury i planowanie przestrzenne (ministerstwa ds. rozwoju infrastruktury, budownictwa, planowania przestrzennego) oraz ochronę krajobrazu zabytkowego i zabytków (ministerstwo ds. kultury). Takie sektorowe podejście powodowało, że ochronę krajobrazu realizowano na podstawie odrębnych, dokumentów, programów i polityk poszczególnych ministerstw a następnie wdrażano na różnych szczeblach samorządu terytorialnego w sposób niespójny. Szanse na uspoźnienie działań w zakresie ochrony krajobrazu stworzyło implementowanie do prawa polskiego Europejskiej Konwencji Krajobrazowej. Choć wdrożenie postanowień tego dokumentu trwało długo to taka szansa pojawiła się wraz z uchwaleniem Ustawy (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015) z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, która do Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, 2023) wprowadza audyt krajobrazowy, jako procedurę służącą identyfikacji i ocenie krajobrazów, które należy objąć ochroną.

Zadanie opracowania celu, sposobu działania i metodyki sporządzania audytu krajobrazowego koordynowano w Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (GDOŚ,

2023). GDOŚ jako instytucja posiadająca kompetencje, tak w zakresie ochrony krajobrazu, ochrony środowiska, jak i ochrony przyrody w tym różnorodności biologicznej, definiując metodykę sporządzania audytów wziął pod uwagę zarówno elementy przyrodnicze, jak i antropogeniczne, składające się na wartość krajobrazu. Trwające kilka lat, do 2018 r. prace nad procedurą audytu doprowadziły do opracowania projektu *rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych*. Wśród wskaźników (cech) służących wyodrębnianiu i ocenie wartości krajobrazów polskich, pojawiły się też indykatory z zakresu różnorodności biologicznej, co miało prowadzić do integracji polityki kształtowania krajobrazu w rozumieniu ustawy o *Planowaniu przestrzennym i zagospodarowaniu przestrzennym*, jak i polityki w zakresie ochrony różnorodności biologicznej poprzez system planowania przestrzennego. Wskaźnikami tymi są gatunki ptaków, objęte ochroną gatunkową w myśl Ustawy o ochronie przyrody (Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, 2004), takie jak bielik, orlik krzykliwy, bocian czarny, żuraw i wreszcie bocian biały. Są to gatunki krajobrazowe (Szyszko, 2004; Szyszko i in., 2011), czyli waloryzujące krajobraz kulturowy, których występowanie świadczy o wysokich wartościach ekologicznych przestrzeni. Siedlisko gatunków krajobrazowych obejmuje ściśle określone dla każdego z nich połączenie kilku typów ekosystemów (Szyszko, 2004). Bocian biały w Polsce wtórnie zajął siedlisko w ekosystemie tradycyjnej zabudowy zagrodowej wsi i ekosystemie ekstensywnie użytkowanych terenów rolniczych z udziałem łąk i pastwisk (Białas i in., 2020; Pestka i in., 2023). Jest dobrym wskaźnikiem stanu środowiska, ale z drugiej strony, przypuszczalnie może być także wskaźnikiem krajobrazu rolniczego o określonej fizjonomii, wynikającej z położenia w dolinie rzecznej (Janiszewski i in. 2014; Nowakowski 2003) i ekstensywnie prowadzonej gospodarki rolnej o rozdrobnionej strukturze gruntów (Kuźniak & Tobółka, 2010; Orłowski i in., 2019; Vaitkuviene & Dagys, 2015).

Audyt krajobrazowy ostatecznie wprowadzono Rozporządzeniem Rady ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019). Jest on, w efekcie, narzędziem planowania przestrzennego służącym identyfikacji, ocenie i ochronie unikatowych, tzw. priorytetowych (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015) krajobrazów europejskich, skupiającym się zarówno na strukturalnych, w tym środowiskowych, jak i wizualnych

cechach krajobrazu, wynikających z kompozycji. Ochrona krajobrazów priorytetowych ma odbywać się poprzez wpisanie wytycznych ochrony do dokumentów planowania przestrzennego na poziomie wojewódzkim i lokalnym (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015).

Zatem wprowadzenie procedury audytu krajobrazowego, w którym uwzględnia się wskaźnikowe gatunki ptaków o wysokim statusie ochronnym, stwarza szansę na połączenie celów ochrony przyrody, ochrony krajobrazu także w jego ujęciu fizjonomicznym poprzez system planowania przestrzennego. Jest to o tyle istotne, że gospodarka przestrzenna prowadząca do zmiany użytkowania gruntów i przekształcania siedlisk gatunków, jest jednym z głównych czynników wpływających na zanik różnorodności biologicznej (Konwencja o różnorodności biologicznej z Rio de Janeiro (Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r., 2002)).

Przedmiotem pracy ma być wykazanie znaczenia bociana białego jako wskaźnika nie tylko stanu środowiska i jego składowych, ale i krajobrazów o określonej fizjonomii, które potencjalnie mogłyby stać się przedmiotem ochrony w Polsce w myśl Europejskiej Konwencji Krajobrazowej.



## 2 Przegląd badań

### 2.1 Zwierzęta jako bioindykatory

Środowisko to szybko zmieniający się, złożony system wzajemnie połączonych organizmów i podsystemów. Zmiany spowodowane czynnikami zewnętrznymi, zwłaszcza antropologicznymi, muszą zostać przeanalizowane i opisane w celu uzyskania zestawu czynników stresowych wpływających na siedlisko, krajobraz oraz ekosystem. Obecnie istnieją koncepcje badawcze łączące ekologię krajobrazu i ekotoksykologię, które prowadzą do ekotoksykologii krajobrazu (Sibly i in., 2005). Ich główną ideą jest analiza wzorców przestrzennych krajobrazu, które mogą być czynnikami stresowymi dla danych siedlisk. Rola stresu ekologicznego jest uznawana zarówno na poziomie pojedynczych żywych organizmów, jak i na poziomie biocenozy (Alexander, 1999). Efektem czynników stresowych na całej populacji wybranego gatunku może być ograniczenie potencjału reprodukcyjnego, zwiększenie wrażliwości na patogeny, zmniejszenie możliwości pozyskiwania pożywienia lub większa podatność na drapieżniki. Zakres obecnie omawianych czynników stresowych i organizmów pod wpływem tych stresów jest bardzo szeroki i obejmuje np. analizę benzo(a)pirenu na dżdżownicach (Xia i in., 2023), metali ciężkich na organizmach wodnych (Clements, 2020; Karadede i in., 2004), i w innych środowiska życia organizmów żywych (Bjerregaard i in., 2022), opady kwaśnego deszczu, wylesianie i ogólniej gospodarka leśna, czy skutki zanieczyszczenia powietrza (Freedman, 2013). Jako bioindykatory w celu wykrywania skażenia środowiska metalami ciężkimi wykorzystywane są także ślimaki lądowe (Kujawa & Traczewska, 2012), małżoraczki (Rogula-Kozłowska i in., 2021), czy koty domowe (Skibniewski i in., 2013). Te koncepcję również można zastosować do bociana białego.

Jednym z najczęściej dyskutowanych aspektów zmian użytkowania gruntów, która wpływa na populacje organizmów, jest wylesianie. Populacje gatunków ptaków i ssaków specjalizujących się w lasach zmniejszają się z powodu wylesiania, podczas gdy populacje gatunków wielosiedliskowych rosną i prowadzą do zaprzestania funkcjonalności ekosystemu (Faria i in., 2023). Badania dotyczące wylesiania koncentrują się również na podziale i łączności poszczególnych płatów leśnych. Organizacja przestrzenna czyli łączność ekologiczna pozostałych lasów jest ważnym parametrem wpływającym na ekosystem (Gizachew i in., 2020). Jednym ze wskaźników

stosowanych do oceny zaburzeń w biocenozach leśnych jest wskaźnik średniej biomasy osobniczej (SBO) biegaczowatych (Carabidae) (Haze, 2012). Biegaczowate są doskonałym bioindykatorem stanu środowiska oraz zmian sukcesyjnych ekosystemów leśnych. Analiza wskaźnika średniej biomasy osobniczej (SBO) pozwala zweryfikować nie tylko funkcjonowanie ale również ocenić stabilność, odporność na czynniki zewnętrzne, czy możliwości regeneracji zbiorowiska leśnego (Schreiner, 2012; Schwerk, 2008; Schwerk & Szyszko, 2023; Szyszko, 1990).

Istnieją badania wykazujące, że parametry krajobrazu wpływają na populacje zwierząt. Rozdrobnienie krajobrazu wpływa na wielkość populacji, z punktu zajętości terytorium (płatów) (Hanski, 1994) oraz z punktu widzenia występowania w danym płacie zależności drapieżników i ofiar, zwłaszcza w przypadku małych ssaków (na przykład norników) (Huitu i in., 2008) lub ptaków (Chiatante i in., 2019; Gómez-Catasús i in., 2019). Na przykład występowanie jaskółczaka modrego (*Progne subis arboricola*) zależne jest od wielkości terenów otwartych i ich lokalizacji względem zwartego lasu (Sherman & Hagar, 2021). Prace (Dalkvist i in., 2011) dowodzą, że istnieje potrzeba oceny stopnia fragmentacji krajobrazu jako czynnika wpływającego na populację norników.

Ptaki na całym świecie wykorzystywane są jako bioindykatory, ze względu na dużą liczbę gatunków na różnych poziomach troficznych, łatwość oceny, szeroki zasięg występowania oraz wrażliwość na zmiany czynników środowiskowych. By dokładnie oszacować różnorodność biologiczną należy wybrać odpowiedni takson wskaźnikowy. Robi się to na podstawie kilku kryteriów, takich jak ustalona taksonomia, znana ekologia i historia gatunku, łatwość badań, szeroki zakres siedlisk, wyspecjalizowanie, potencjał ekonomiczny i powtarzalność wzorców również u innych taksonów (Pearson, 1994). Jednak wybór jednego taksonu nie zawsze jest właściwy, dlatego w badaniach wykorzystuje się także metodę wielu taksonów o różnych wymaganiach ekologicznych. Przykładem wykorzystania ptaków jako bioindykatorów jest wskaźnik liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego – Farmland Bird Index (FBI). Jest to oficjalny wskaźnik stanu jakości środowiska w Unii Europejskiej. Dotyczy on terenów użytkowanych rolniczo ponieważ jest to skumulowany wykaz stanu populacji 22 gatunków ptaków typowych dla ekosystemów użytkowanych rolniczo (GIOŚ, 2022). Na przykład Salicki (Salicki, 2015) wykazał przydatność do badań zanieczyszczenia środowiska fluorem kaczką krzyżówką (*Anas platyrhynchos*) i grzywaczą (*Columba palumbus*). W Oregonie (USA), ptaki wykorzystywane są jako

jeden ze wskaźników oceny skuteczności działań związanych z odtwarzaniem siedlisk wodnych i równin zalewowych dla rodzimych ryb wzdłuż rzeki Willamette (Keith i in., 2022).

Ptaki są bardzo wrażliwe na zmiany warunków ekosystemowych, zwłaszcza tzw. gatunki wskaźnikowe (Zawadzka & Zawadzki, 2006). Jest to spowodowane wieloma czynnikami, ale w przypadku np. nadobniczki drzewnej (*Tachycineta bicolor*) zanieczyszczenie metalami wpływa na widoczną zmianę koloru i spadek sukcesu reprodukcyjnego (Lifshitz & St. Clair, 2019). Głównym czynnikiem stresowym dla jaskółczaka modrego (*Progne subis arboricola*) jest redukcja miejsc gniazdowania (Hagar & Branch, 2020). Zmiana pokrycia terenu została również omówiona jako jeden z czynników wpływających na ptaki drapieżne, zwłaszcza na zajmowanie terytorium przez populację sówecek kreskowanych (*Glaucidium brasilianum*) (Flesch, 2022). Inne badania wykorzystujące satelitarne bazy pokrycia terenu CORINE Land Cover wykazały, że niektóre gatunki ptaków preferują ekstensywnie użytkowane grunty rolne. Na przykład występowanie siedlisk półnaturalnych zwiększa prawdopodobieństwo lęgów dzierzby srokosz (*Lanius excubitor*) lub dzierzby gąsiorek (*Lanius collurio*), a także pozytywnie wpływa na ich sukces lęgowy (Kuczyński i in., 2010; Morelli, 2012). Kolejnym przykładem jest ibis biały (*Eudocimus albus*) oraz dławigad amerykański (*Mycteria americana*). Ptaki te są silnie związane z warunkami hydrologicznymi i zaliczane są do wskaźników jakości ekosystemu (Frederick i in., 2009).

Obecnie prowadzone są różne badania dotyczące zmiany użytkowania gruntów i gatunków ptaków które:

- dotyczą np. jednego, arbitralnie wybranego gatunku ptaka jak sówecki kreskowanej (*Glaucidium brasilianum*) (Flesch, 2022),
- ograniczone są do ptaków krajobrazu rolniczego, ale nie do ich populacji, ale do obliczonego parametru EFBI (europejski indeks ptaków krajobrazu rolniczego) (Butler i in., 2010),
- wykorzystują ilościowe dane o populacjach ptaków (Lemoine i in., 2007),
- koncentrują się na gatunkach ptaków z półkuli południowej (Borges i in., 2019),
- skupione są na jednym procesie zmiany użytkowania gruntów – porzucaniu gruntów (Herrando i in., 2014).

## 2.2 Bocian biały w kulturze i środowisku

Jednym z gatunków ptaków wykorzystywanych do wskaźnika liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego w Polsce jest bocian biały (*Ciconia ciconia*). Jest to ptak, który ma szczególne miejsce w polskim folklorze, tradycji, kulturze i literaturze. Poprzez dzieła takich mistrzów jak Adam Mickiewicz, Maria Konopnicka, Cyprian Kamil Norwid czy Juliusz Słowacki stał się nieformalnym symbolem Polskiej wsi (P. T. Dolata, 2006). Swoje piętno odcisnął on także w malarstwie np. W słynnym obrazie Józefa Chełmońskiego „Bociany” (Rys. 1).



Rys. 1 Józef Chełmoński „Bociany” 1900. Autorstwa Józef Chełmoński –  
<https://cyfrowe.mnw.art.pl/en/catalog/510861>, Domena publiczna,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70712051>

Możliwe, że właśnie kultura i tradycja wpłynęły na to, iż populacja bociana białego jest jedną z najdłużej monitorowanych, a jego biologia, zachowania i reakcje są dobrze poznane (Tryjanowski i in., 2006). Pierwszy ogólnopolski spis populacji bociana białego odbył się już w 1958 r. (Wuczyński i in., 2019). Dzięki obecności bociana białego w tradycji i kulturze, a przez to wieloletnim obserwacjom, istnieją długoterminowe dane dotyczące jego populacji (Białas i in., 2020; Latus & Kujawa, 2005). Bocian biały określany jest jako gatunek:

- flagowy (flagship species) – jest ikoną i ambasadorem regionu czy środowiska, w którym występuje. Ma za zadanie zwiększyć wrażliwość i świadomość społeczną. Zastosowanie gatunku flagowego w stosunku do różnych form ochrony ma zwiększyć ich oddziaływanie materialnie i marketingowe. Przykładem wykorzystania bociana białego jako gatunku flagowego jest Alzacja, której jest symbolem wykorzystywanym w turystyce, pomimo iż francuska populacja bociana jest 5 razy mniejsza niż Polska (Zarzycki i in., 2015).
- parasolowy (umbrella species) – ochrona danego gatunku wraz z siedliskiem pośrednio chroni inne, często cenniejsze gatunki występujące w tym samym środowisku. Według (Simberloff, 1998) dobry gatunek parasolowy to taki który:
  - budzi pozytywne reakcje społeczeństwa,
  - jest obecny w folklorze/kulturze/tradycji,
  - jest charakterystyczny i łatwo rozpoznawalny,
  - jego populacja nie jest zagrożona,
  - występuje równomiernie w wielu biotopach,
  - posiada ochronę prawną,
  - jest istotnym składnikiem ekosystemu.

Jednym z przykładów, kiedy bocian biały jest gatunkiem parasolowym jest gniazdowanie innych ptaków w jego gniazdach. Robią tak przede wszystkim wróble i mazurki (Tobółka, 2011), ale również sroki (Mascara & Sarà, 2010). Z innego punktu widzenia chroniąc miejsca żerowania bociana, czyli tereny podmokłe i łąki, ochronie podlegają nie tylko te ekosystemy ale również, pośrednio inne gatunki, które z nich korzystają (Olsson & Rogers, 2009).

- wskaźnikowy (indicator species) – świadczy o jakości i zmianach zachodzących w jego środowisku. Występowanie bociana białego przydatne jest do:
  - badania bioróżnorodności – zajmuje terytoria z większą bazą pokarmową, są to równocześnie tereny na których występuje więcej gatunków ptaków (Tobolka i in., 2012);
  - monitorowania jakości i zmian krajobrazu – jako gatunek krajobrazowy do występowania potrzebuje wzajemnie połączonych ekosystemów w różnych stadiach sukcesji. Jest to podstawą do przypuszczenia, że może wskazywać określony układ kompozycyjny krajobrazu (Szyszko i in., 2011);

- o badania jakości środowiska – stopień zanieczyszczenia metalami ciężkimi można określić badając krew i pióra ptaków (Kronenberg i in., 2013).

Bocian biały podlega wielorakim formom ochrony, zarówno krajowych jak i międzynarodowych. Chroniony jest nie tylko gatunek, ale również jego siedliska oraz miejsca żerowania. Wśród różnorodnych form ochrony, aktów prawnych i tym podobnych elementów odnoszących się do bociana białego, w sposób pośredni lub bezpośredni, można wymienić:

- **Konwencję o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt, sporządzoną w Bonn dnia 23 czerwca 1979 r.**

Polska przystąpiła do niej w 1996 r. Głównym celem konwencji jest ochrona dzikich zwierząt migrujących. Bocian biały wymieniony jest w II załączniku, w którym wymienione są zwierzęta mające nieodpowiedni stan zachowania oraz dla których istnieje konieczność zawarcia porozumień międzynarodowych (Konwencja o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt, sporządzona w Bonn dnia 23 czerwca 1979 r., 2003).

- **AEWA – African-Eurasian Waterbird Agreement**

AEWA to porozumienie w sprawie ochrony afrykańsko-euroazjatyckich wędrownych ptaków wodnych zawarte w 1995 r. (UNEP/AEWA Secretariat, 2022). Jest ono konsekwencją Konwencji o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt z 1979 r. Celem porozumienia jest koordynacja działań na rzecz ochrony gatunków ptaków, związanych z obszarami wodnymi, migrujących przez kraje afrykańskie i europejskie (Boere, 2010). Jednym z gatunków wymienionych w porozumieniu jest bocian biały.

- **Konwencję o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego, sporządzoną w Ramsarze dnia 2 lutego 1971 r.**

Polska przystąpiła do niej w 1978 r. Wyznaczając 19 obszarów wodno-błotnych (Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego, sporządzona w Ramsarze dnia 2 lutego 1971 r., 1978). Wśród nich jest np. Biebrzański Park Narodowy, który w latach 2016-2020 realizował projekt „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski” (LIFE15 NAT/PL/000728) wraz

z Polskim Towarzystwem Ochrony Ptaków i Łomżyńskim Parkiem Krajobrazowym Doliny Narwi (Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków, 2020).

- **Konwencję o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzoną w Bernie dnia 19 września 1979 r.** (Konwencja o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzona w Bernie dnia 19 września 1979 r., 1996)

Polska przystąpiła do niej w 1996 r. (Oświadczenie rządowe z dnia 31 stycznia 1996 r. w sprawie ratyfikacji przez Rzeczpospolitą Polską Konwencji o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzonej w Bernie dnia 19 stycznia 1979 r., 1996). Celem konwencji jest ochrona dzikiej flory i fauny oraz ich naturalnych siedlisk, zwłaszcza tych których ochrona wymaga międzynarodowego współdziałania. Bocian biały wymieniony jest w załączniku II – ściśle chronione gatunki fauny – kręgowce.

- **Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa.**

Celem dyrektywy jest ochrona przed wyginięciem dziko występujących ptaków na terenie Unii Europejskiej oraz prawne uregulowanie handlu i odłowu ptaków. Bocian biały wymieniony jest w I załączniku. Umieszczone są w nim gatunki które chronione są poprzez ochronę ich siedlisk (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Wersja ujednolicona), 2009).

- **Dyrektywę Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory** (DYREKTYWA RADY 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory., 1992).

Celem dyrektywy jest ochrona bioróżnorodności na terenie Unii Europejskiej. Wraz z dyrektywą Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 r. W sprawie ochrony dzikiego ptactwa utworzyły sieć obszarów objętych ochroną „Natura 2000”. Ze względu na gniazdowanie bociana białego w pobliżu siedzib ludzkich niewiele gniazd znajduje się na obszarach chronionych. Częściej ochronie podlegają żerowiska (Gromadzki, 2004). Siedliska ujęte w dyrektywie 92/43/EWG które mogą mieć znaczenie dla ochrony bociana białego to:

- 3150 - Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z *Nymphaeion*, *Potamion*,

- 3270 - Zalewane muliste brzegi rzek,
- 6410 - Zmiennowilgotne łąki trzęślicowe,
- 6510 - Niżowe i górskie świeże łąki użytkowane ekstensywnie,
- 7140 - Torfowiska przejściowe i trzęsawiska.

- **BirdLife International. Birds in European Union**

Birdlife International to międzynarodowa organizacja pozarządowa zajmująca się ochroną ptaków oraz ich siedlisk, która opiniuje tworzenie Czerwonej księgi gatunków zagrożonych IUCN. Polskim partnerem BirdLife International jest Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (OTOP), 2023). W oparciu o status zachowania i ochrony został stworzony system klasyfikacji, które gatunki wymagają specjalnej troski. Kategoria SPEC 2 obejmuje gatunki o niewłaściwym stanie zachowania, a których globalna populacja skoncentrowana jest w Europie. Birdlife International nadała bocianowi białemu rangę gatunku specjalnej troski, kategorii SPEC 2 (Papazoglou & Bommel, 2004).

- **Czerwoną Księgę IUCN publikowaną przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody (IUCN).**

Zawiera listę gatunków ocenionych pod względem ryzyka wyginięcia. Kategorie Czerwonej Księgi IUCN opracowane są w oparciu o wielkość, trendy i strukturę populacji oraz o zakres występowania. Ryzyko wyginięcia gatunku ocenia się na poziomie globalnym, regionalnym i/lub krajowym. Bocian biały w Europejskiej Czerwonej Księdze IUCN sklasyfikowany został jako LC – gatunek najmniejszej troski, ale wymagający szczególnej uwagi (BirdLife International., 2015).

- **Ustawę z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, 2004) i Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 września 2004 r. W sprawie gatunków dziko występujących zwierząt objętych ochroną (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 października 2011 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt, 2011).**

Ustawa określa cele, zasady i formy ochrony przyrody żywej i nieożywionej oraz krajobrazu. Rozporządzenie określa gatunki objęte ochroną ścisłą. Na podstawie tych dokumentów zabrania się zabijania, chwytania czy przetrzymywania ptaków. Nie wolno również umyślnie płoszyć i niepokoić ptaków, niszczyć ich



gniazd i siedlisk. Rozporządzenie określa bociana białego jako gatunek objęty ochroną ścisłą, wymagający ochrony czynnej.

Dodatkowo, poza prawnymi formami ochrony bociana białego istnieją programy wspomagające. Wśród nich jest m.in. Wspomniany wcześniej „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski” (LIFE15 NAT/PL/000728) a także program UE Life+ „Ochrona populacji bociana białego na terenie obszaru Natura 2000 Ostoja Warmińska” prowadzony w latach 2011-2014 przez Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (PTOP) wspólnie z Regionalną Dyрекcją Ochrony Środowiska w Olsztynie. Drugi ze wspomnianych programów miał na celu ograniczenie śmiertelności ptaków na liniach energetycznych, poprawę stanu gniazd i stworzenie nowych miejsc gniazdowania (Zbyryt i in., 2014). Od roku 1994 w Polsce jest prowadzony program pt. “Ochrona bociana białego i jego siedlisk” gdzie bocian określany jest jako gatunek parasolowy (P. T. Dolata, 2006; Gromadzki, 2004). Program bociany.pl realizowany jest przez Fundację Przyrodnicza PRO NATURA wraz z Grupą ENERGA ma na celu tworzenie ogólnopolskich baz dotyczących bociana białego, które wspomagają kontrolę Polskiej populacji oraz rozpowszechnianie wiedzy o bocianach i idei ich ochrony (Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „pro Natura”, 2023). Podobnym programem polegającym na przybliżeniu społeczeństwu biologii bociana białego poprzez stałą obserwację gniazda jest program „Blisko bocianów” realizowany od marca 2006 r. przez południowo wielkopolską Grupę Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (OTOP) (P. Dolata, 2009). W ochronę bociana białego włącza się wiele organizacji pozarządowych jedną z nich jest Towarzystwo Przyrodnicze “Bocian” działające głównie na terenie Mazowsza. W ramach jego działalności wykonywane są remonty zagrożonych gniazd bociana białego, prowadzony jest monitoring, modernizowane są słupy energetyczne oraz prowadzona jest działalność edukacyjna (Czujkowska and Wierzbicka, 2012).

### **2.3 Audyt krajobrazowy**

Kolejnym aktem prawnym w którym znajduje się bocian biały jest audyt krajobrazowy. Pięć gatunków ptaków które w nim występują jako wskaźniki to: bocian biały, bocian czarny, żuraw, orlik krzykliwy oraz bielik. Ponieważ wykorzystują one powiązane ze sobą, w określony sposób ekosystemy, przez to mogą wskazywać kompozycję krajobrazu. Jednakże istnieje luka w wiedzy dotycząca możliwości

wykorzystania ptaków jako wskaźników do opisu jakości krajobrazu i połączenia tych parametrów z parametrami środowiskowymi w danym krajobrazie. W niniejszej pracy skupiono się w szczególności na bocianie białym (*Ciconia ciconia* (L.)). Określenie tego w jakim stopniu występowanie bociana białego, jego sukces lęgowy, wskazują na stan jakości krajobrazu oraz jak zmiany tych parametrów są powiązane ze zmianami środowiska pozwoli lepiej zrozumieć zastosowanie w audycie krajobrazowym występowania określonych gatunków ptaków. Pozwoli to uzupełnić tę lukę i opisać bociana białego jako wskaźnika środowiskowego oraz krajobrazowego ugruntowując relację między parametrami stanu środowiska i kompozycyjnymi krajobrazu.

Wytyczne dotyczące opracowywania audytów określone zostały w Rozporządzeniu Rady Ministrów (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019) z dnia 11 stycznia 2019 r. W sprawie sporządzania audytów krajobrazowych. Dokument ten został znowelizowany Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 19 października 2022 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 października 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2022). Według powyższych regulacji audyt krajobrazowy sporządza się w podanych poniżej etapach.

1. Identyfikacja krajobrazów – odbywa się na podstawie podziału na mezoregiony, a także poprzez wskazanie typów rzeźby terenu oraz klasyfikację typologiczną krajobrazów. Klasyfikacja ta opiera się na pokryciu i użytkowaniu terenu, które jest traktowane jako tło krajobrazowe, powiązaniach funkcjonalnych oraz powtarzalności struktury i fizjonomii.
2. Charakterystyka krajobrazów – uwzględniane są cechy:
  - przyrodnicze. To w tej kategorii jako wskaźnik fakultatywny, określa się występowanie wybranych gatunków ptaków. Ich liczebność nie jest brana pod uwagę, rozporządzenie traktuje ją jedynie jako informację dodatkową. Jednakże wprowadzenie tego fakultatywnego wskaźnika ma na celu powiązanie ochrony krajobrazu kulturowego i różnorodności biologicznej z planowaniem przestrzennym;
  - kulturowe;

- syntetyczne, czyli takie których nie da się bezpośrednio zmierzyć, ale można je określić w sposób ogólny.
3. Ocena krajobrazów – poprzez nadanie cechom konkretnych wartości.
  4. Wskazanie krajobrazów priorytetowych.
  5. Określenie zagrożeń dla krajobrazów priorytetowych wraz ze wskazaniem ich źródeł oraz stopnia i skalę zagrożenia.
  6. Sformułowanie rekomendacji i wniosków dotyczących ochrony i kształtowania krajobrazów priorytetowych.
  7. Stworzenie katalogu lokalnych form architektonicznych zabudowy dla krajobrazów priorytetowych.

Audyt krajobrazowy ma za zadanie minimum raz na 20 lat identyfikować krajobrazy występujące na całym terenie województwa, a w szczególności określać ich cechy charakterystyczne, oceniać ich wartość oraz wskazywać krajobrazy priorytetowe. Wyniki audytu mają być uwzględniane przy sporządzaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Dane pozyskiwane i tworzone w ramach audytu krajobrazowego są danymi przestrzennymi, tzn. informacjami i wartościami, które jako jeden z atrybutów posiadają współrzędne geograficzne, linie lub obszary geograficzne. W związku z tym jednym z podstawowych narzędzi, które może być używane w analizie są systemy GIS tj. systemy informacji geograficznej. Jedną z zalet GIS jest możliwość prowadzenia różnych analiz przestrzennych w sposób zautomatyzowany i ustandaryzowany przez co można przechowywać dane o wspólnym standardzie, które mogą być udostępniane społeczeństwu. Mówi o tym Dyrektywa INSPIRE (Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE), 2007) oraz aktualizacja rozporządzenia w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 października 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2022).

### 3 Hipotezy badawcze i cele

Powyższy wstęp i wyniki badań literaturowych przedstawione w poprzednim rozdziale wskazują na istnienie ważnych, dotąd nie rozwiązanych zagadnień badawczych w kontekście opisu kompozycji krajobrazu za pomocą wskaźników przyrodniczych.

**Celem pracy jest wskazanie przydatności bociana białego jako wskaźnika jakości i zmian środowiska oraz krajobrazu (kompozycji).**

W związku z tym zdefiniowano dodatkowo następujące cele szczegółowe:

- A. określenie czy wzrost rozdrobnienia przestrzennego gruntów i strukturalnego krajobrazu wpływa pozytywnie na występowanie i sukces lęgowy bociana białego;
- B. zbadanie czy występowanie naturalnych lub semi-naturalnych form retencji wody predestynuje obszar do bycia habitatem zajęтым przez bociana białego;
- C. ustalenie czy wraz ze wzrostem odległości obszaru objętego analizą od gniazda bociana białego zmniejszają się korelacje pokrycia terenu i parametrów dotyczących bociana białego;
- D. stwierdzenie czy występowanie i sukces lęgowy bociana białego korelują z parametrami opisującymi kompozycje krajobrazu jak, powierzchnia wnętrza krajobrazowego, budowa ścian wnętrza, budowa podłogi.

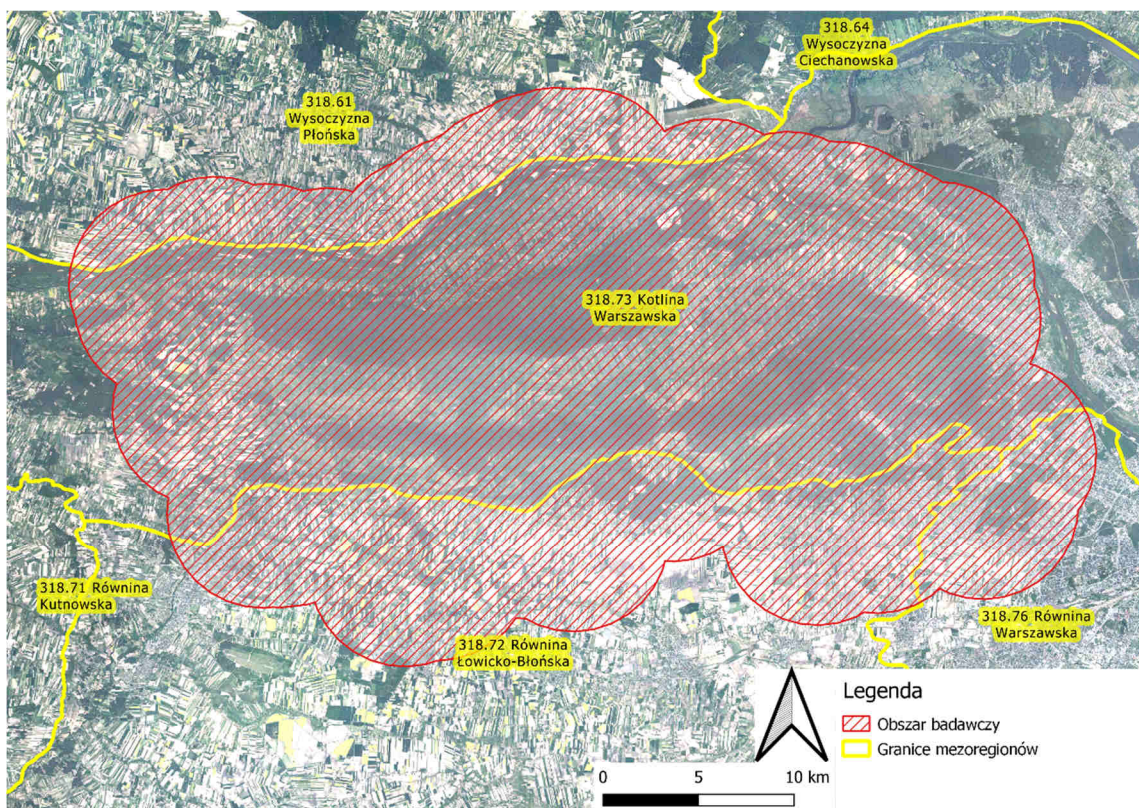
**Główną hipotezą pracy jest, że bocian biały jest wskaźnikiem konkretnego typu krajobrazu rolniczego, powstałego w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych i antropogenicznych, o określonym charakterze i kompozycji.**

Na podstawie wyników zostaną wyciągnięte wnioski, w jaki sposób wybrane parametry bociana białego można zastosować w audytach krajobrazowych i jak systemy informacji przestrzennej mogą być użyte w tym kontekście. Wyniki tej pracy przyczynią się także do zrozumienia jak zmiany krajobrazu wpływają na populacje bociana białego. Traktowanie krajobrazu wraz z populacjami ptaków żyjących w jego wnętrzu jako jedno oraz charakteryzacja wzorców przestrzennych, zwiększy naszą zdolność rozumienia i ostatecznie przewidywania skutków zmian użytkowania gruntów na siedliska i zapobiegania negatywnym zmianom.

## 4 Metodyka

### 4.1 Obszar badań – Kampinos

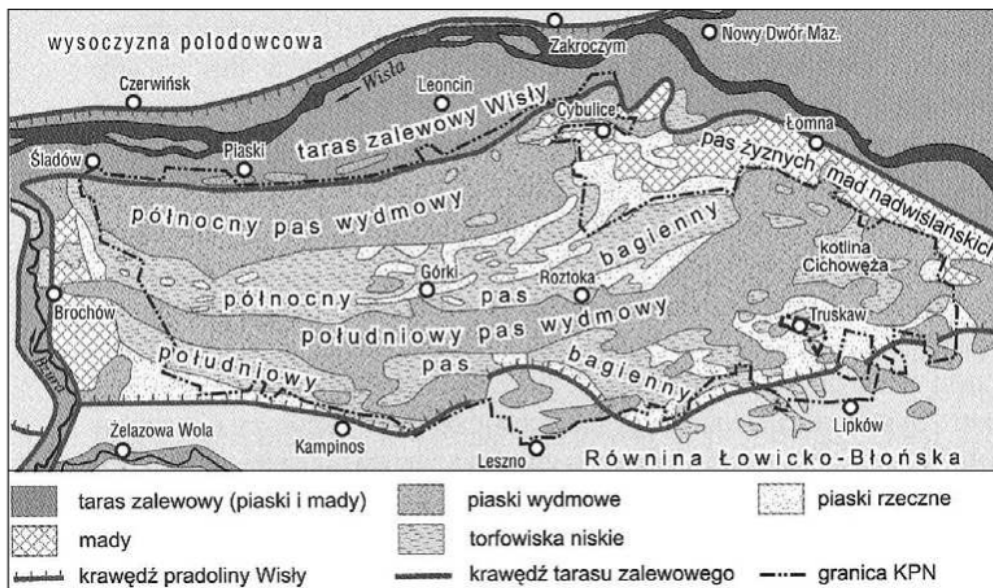
Wybrany rejon badawczy obejmuje Kampinoski Park Narodowy wraz z otuliną oraz tereny przyległe. Administracyjnie położony jest w centralnej części województwa mazowieckiego, na terenie powiatów sochaczewskiego i warszawskiego zachodniego a dokładniej na terenie 10 gmin: Sochaczew, Teresin, Kampinos, Łomianki, Leszno, Stare Babice, Leoncin, Izabelin, Brochów i Czosnów. Według fizycznogeograficznej regionalizacji Polski opracowanej przez Kondrackiego (Kondracki, 2000) badany obszar położony jest w prowincji Nizu Środkowoeuropejskiego, podprowincji Nizin Środkowopolskich, makroregionie Niziny Środkowomazowieckiej, mezoregionie Kotliny Warszawskiej (Rys. 2.). Puszcza Kampinoska leży w pradolinie Wisły (Richling i in., 2021). Jest to punkt węzłowy korytarzy ekologicznych, Wisły, Bugu i Narwi, o znaczeniu europejskim (Jędrzejewski, 2009).



Rys. 2 Obszar badań na tle podziału fizycznogeograficznego Polski. Granice podziału pochodzą z (Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, 2023; Solon i in., 2018)

Teren Puszczy Kampinoskiej został ukształtowany przez łądolód z okresu zlodowacenia bałtyckiego (Liwski i in., 1967) w równoleżnikowe pasy wydmy i bagien

(Rys. 3). Koryta i starorzecza Prawisły dały początek terenom bagiennym, a łąchy i wyspy utworzyły pasy wydmy.



**Rys. 3** Ukształtowanie powierzchni i budowa geologiczna Puszczy Kampinoskiej (Herz, 2022)

Obecny układ hydrograficzny Puszczy Kampinoskiej jest wynikiem działalności człowieka (Kazimierski & Pilichowska-Kazimierska, 2008) – głównymi ciekami w Puszczy są kanały. Największym z nich jest kanał Łasica, który wraz z mniejszymi kanałami: Zaborowskim, Ł9 i Olszowieckim, odprowadzają wodę do rzeki Bzury (Kazimierski & Pilichowska-Kazimierska, 2008). Melioracje obszaru Puszczy miały na celu pozyskanie większych terenów dla rolnictwa poprzez osuszenie bagien. Prowadzone były od połowy XIX wieku, aż do lat siedemdziesiątych XX wieku. Obecnie podejmowane są działania mające na celu przywrócenie stosunków wodnych i zatrzymanie wody zwłaszcza w obszarach chronionych Kampinoskiego Parku Narodowego (Okruszko i in., 2011). Do wód stojących na terenie Puszczy, prócz bagien, można zaliczyć sztucznie powstałe stawy a największe z nich to Jezioro Tomczyn, stawy w Narcie oraz zbiornik retencyjno-infiltrujący „Mokre Łąki”. Dodatkowo w północnej części znajdują się starorzecza wiślane: jeziora Kiełpińskie, Dziekanowskie, Dolne i Górne a także kilka mniejszych w okolicach Secymina (Kampinoski Park Narodowy, 2012).

Ukształtowanie geomorfologiczne oraz położenie Puszczy u zbiegu czterech dużych rzek, tj., Wisły, Narwi, Bugu i Bzury, skutkuje występowaniem wielu gatunków flory w pasowym układzie zbiorowisk. Dotychczas na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego, wraz z otuliną, stwierdzono występowanie ponad 1400 roślin z czego 25 %

stanowią gatunki rzadkie, chronione i zagrożone (Otręba i in., 2010). Wydmy w większości porośnięte są borami sosnowymi świeżymi i mieszanymi, najczęściej występującymi zespołami leśnymi całej Puszczy (Zaniewski i in., 2020). Na żyznych terenach pojawiają się bory wilgotne oraz grądy, złożone z dębów, grabów, lip i klonów. Na terenach bagiennych spotkać można olsy i sporadycznie bory bagienne, natomiast ciekim wodnym towarzyszą łągi olchowo-jesionowe (Andrzejewski, 2003; Solon i in., 2021). Część wydym porośnięta jest roślinnością kserotermiczną. Zbiorowiskami terenów podmokłych i bagiennych są szuwały trawiaste i turzycowiska. Na osuszonych w wyniku działalności człowieka, terenach bagiennych powstały półnaturalne zbiorowiska łąkowe, w tym łąki trzęślicowe, rajgrasowe i ziołorośla, na których rosną gatunki takie jak kosaciec syberyjski czy storczyki (Bomanowska & Michalska-Hejduk, 2009). To jednocześnie najbogatsze florystycznie siedlisko, które po wprowadzeniu ochrony ścisłej zaczęło zarastać, dlatego zdecydowano się objąć je ochroną czynną (Michalska-Hejduk, 2006).

Ze względu na swój unikatowy charakter oraz liczne walory, nie tylko przyrodnicze, Puszcę Kampinoską obejmuje wiele form ochrony. W 1959 roku powstał Kampinoski Park Narodowy, zajmujący 38 544,33 ha, w tym 72,40 ha przypada na Ośrodek Hodowli Żubrów w Smardzewicach. Park otacza strefa ochronna o powierzchni 37 756 ha. Najcenniejsze 22 obszary parku objęte są ochroną ścisłą o łącznej powierzchni 4636 ha, co stanowi około 12 % KPN. Pozostały obszar podlega różnym rodzajom ochrony czynnej takiej, jak (Tyburski & Przybylski, 2016):

- przebudowa drzewostanu poprzez zagospodarowywanie požarzysk i terenów po huraganach;
- wykup gruntów i zakładanie na nich upraw;
- zwalczanie gatunków obcych;
- odtwarzanie zakłóconych stosunków wodnych;
- reintrodukcja gatunków roślin i zwierząt;
- uodparnianie drzew na szkodliwe czynniki abiotyczne i biotyczne.

Wysokie walory przyrodnicze i społeczne zostały docenione również przez UNESCO, Kampinoski Park Narodowy wraz z otuliną stał się w 2000 roku Światowym Rezerwatem Biosfery pod nazwą „Puszcza Kampinoska” (*Puszcza Kampinoska Biosphere Reserve, Poland*, b.d.). Takie rezerваты mają pełnić trzy podstawowe funkcje:



- chronić przyrodę;
- umożliwiać działalność naukową i badawczą;
- promować zrównoważony rozwój Ziemi, który zaspokaja podstawowe potrzeby wszystkich ludzi oraz zachowuje, chroni i przywraca zdrowie i integralność ekosystemu Ziemi, bez zagrożenia możliwości zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń i bez przekraczania długookresowych granic pojemności ekosystemu Ziemi (Stappen, 2006).

Zgodnie z wymogami dotyczącymi Światowych Rezerwatów Biosfery i ten obejmujący Puszcze Kampinoską podzielony jest na trzy strefy:

- strefa centralna, którą stanowią obszary ochrony ścisłej;
- strefa buforowa obejmująca pozostałe tereny Kampinoskiego Parku Narodowego objęte ochroną czynną oraz krajobrazową;
- strefa przejściowa, w której skład wchodzi otulina Kampinoskiego Parku Narodowego oraz fragmenty Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu.

Unikatowy charakter Puszczy Kampinoskiej został doceniony również przez Komisję Europejską, gdyż w 2004 roku Kampinoski Park Narodowy stał się obszarem NATURA 2000 (kod PLC 140001) (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2004 r. w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, 2004) na podstawie dwu dyrektyw. Uwzględniono różnorodność i walory zbiorowisk roślinnych z Dyrektywy Rady 92/43/EWG (tzw. Dyrektywy Siedliskowej) oraz występowanie wielu gatunków ptaków z Dyrektywy Rady 79/409/EWG (tzw. Dyrektywy Ptasiej). Z tej przyczyny część Doliny Wisły znajdująca się w strefie ochronnej Parku należy do Obszaru Specjalnej Ochrony Ptaków „Dolina Środkowej Wisły” (PLB 140004). Natomiast położony w granicach KPN fort Dębina jest częścią Specjalnego Obszaru Ochrony Siedlisk „Forty Modlińskie” (PLH 140020).

Kampinoski Park Narodowy chroni nie tylko przyrodę, ale i kulturowe oblicze tradycyjnego, rolniczego krajobrazu Mazowsza. W związku z tym wyznaczono 4 strefy ochrony krajobrazowej, obejmujące ponad 18% powierzchni Parku, na których prowadzona jest ochrona czynna polegająca na użytkowaniu gruntów w sposób tradycyjny (Otręba i in., 2010).

Od wschodu Kampinoski Park Narodowy graniczy z aglomeracją Warszawską, co powoduje silną antropopresję. Mieszkańcy stolicy oraz okolicznych miejscowości

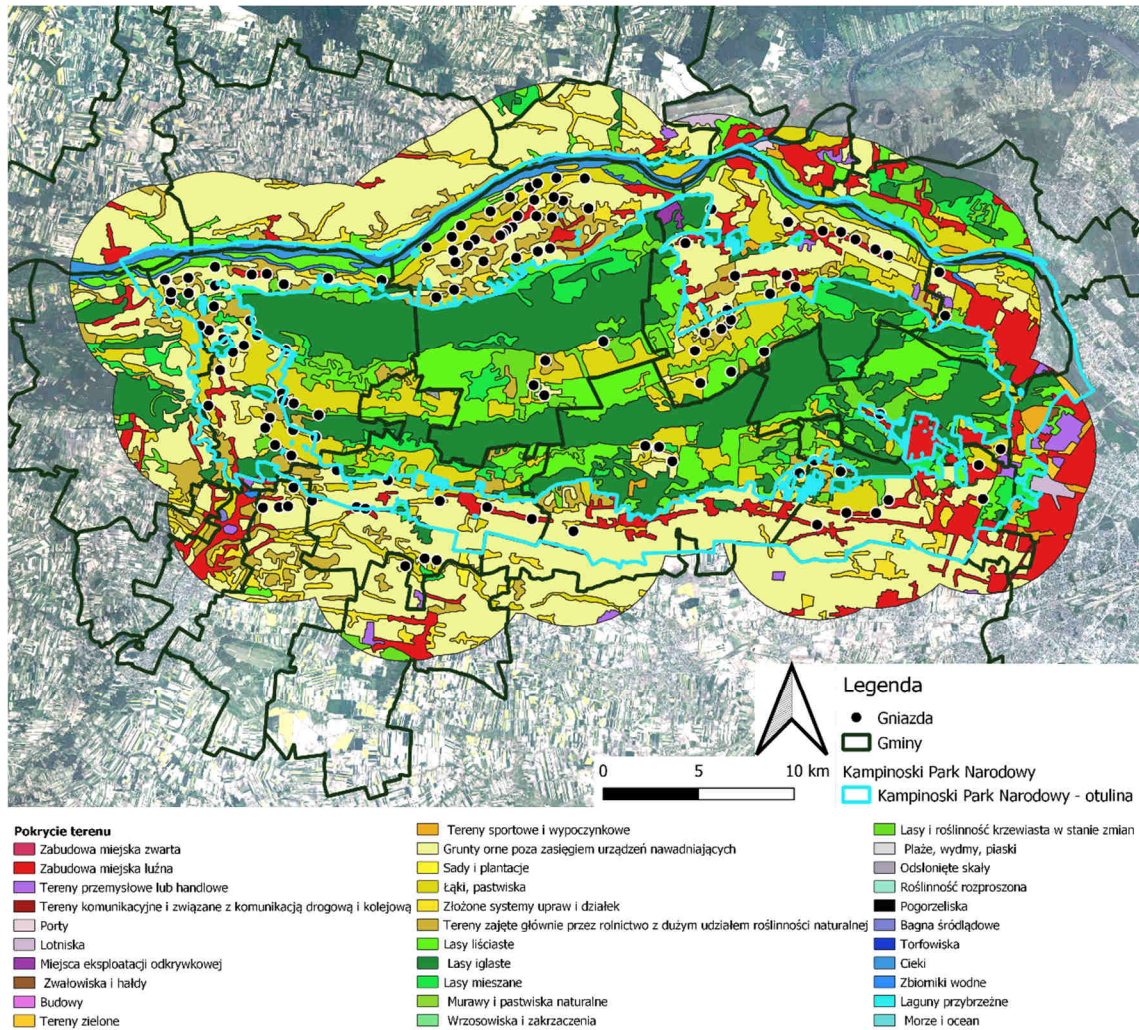


silnie penetrują wnętrze Puszczy. Rośnie też presja związana z zabudową mieszkaniową, zwłaszcza w otulinie, przez co zwiększa się ilość terenów przekształcanych z rolnych na budowlane. Potwierdzeniem jest wzrost liczby ludności w gminach, w których leży KPN (Kampinoski Park Narodowy, 2012).

W granicach Kampinoskiego Parku Narodowego zamieszkuje ponad 180 gatunków ptaków (Olszewski, 2007), wśród nich są wszystkie, które zostały wymienione jako gatunki wskaźnikowe w audycie krajobrazowym tj. bocian biały, orlik krzykliwy, bocian czarny, żuraw, bielik (Olszewski, 2016; Olszewski i in., 2020; Siwak & Olech, 2011).

Granice obszaru badawczego zostały wyznaczone na podstawie lokalizacji 122 gniazd bociana białego – dane dr A. Olszewskiego z lat 2006 – 2018 (niepublikowane), poprzez wyznaczenie buforów o odległości do 5 km od gniazda. Jest to odległość w jakiej bocian biały żeruje najczęściej (Romero Lopez, 2017; Zurell i in., 2018). Odległość ta zmienia się w zależności od wzrostu młodych i ich zapotrzebowania na pokarm (Dziewiaty & Schulz, 1998; Podlasczuk i in., 2015). Całkowita powierzchnia obszaru badawczego wynosiła 1188 km<sup>2</sup> (bez podwójnego liczenia nakładających się obszarów). W granicach Kampinoskiego Parku Narodowego zlokalizowanych jest 20 gniazd, w otulinie znajdują się 94, a na terenach przyległych 8 gniazd. Obszar badań wraz z lokalizacją gniazd został przedstawiony na Rys. 4.

Obszar badawczy podzielony został na poszczególne powierzchnie badawcze, które kolejno wyznaczały okręgi o promieniu 5, 4, 3, 2 i 1 km od lokalizacji gniazd bociana białego objętych niniejszą pracą. Odpowiadało to kolejno powierzchni terenu o wielkości 1188 km<sup>2</sup>, 1031,5 km<sup>2</sup>, 832 km<sup>2</sup>, 560 km<sup>2</sup> i 247,5 km<sup>2</sup>.



Rys. 4 Obszar badań – rysunek Autorki na podstawie CORINE Land Cover i danych ornitologicznych A. Olszewskiego

## 4.2 Dane o bocianie białym

Bocian biały (*Ciconia ciconia* L.) to duży ptak brodzący z rodziny bocianowatych Ciconiidae. Osiąga około 100-125 cm wysokości, a rozpiętość jego skrzydeł dochodzi do 2 m. Masa ciała dorosłego osobnika może wynosić nawet do 4,5 kg. Charakterystyczne upierzenie i sylwetka ptaka sprawiają (Rys. 5), iż jest on łatwo rozpoznawalny. Dojrzałe osobniki charakteryzują się czerwonym zabarwieniem dzioba i nóg. Głowę, tułów i ogon pokrywają pióra w kolorze białym natomiast również białe skrzydła pokrywają lotki koloru czarnego (Hancock i in., 2010).



**Rys. 5. Bocian biały, fot. J. Białowicz**

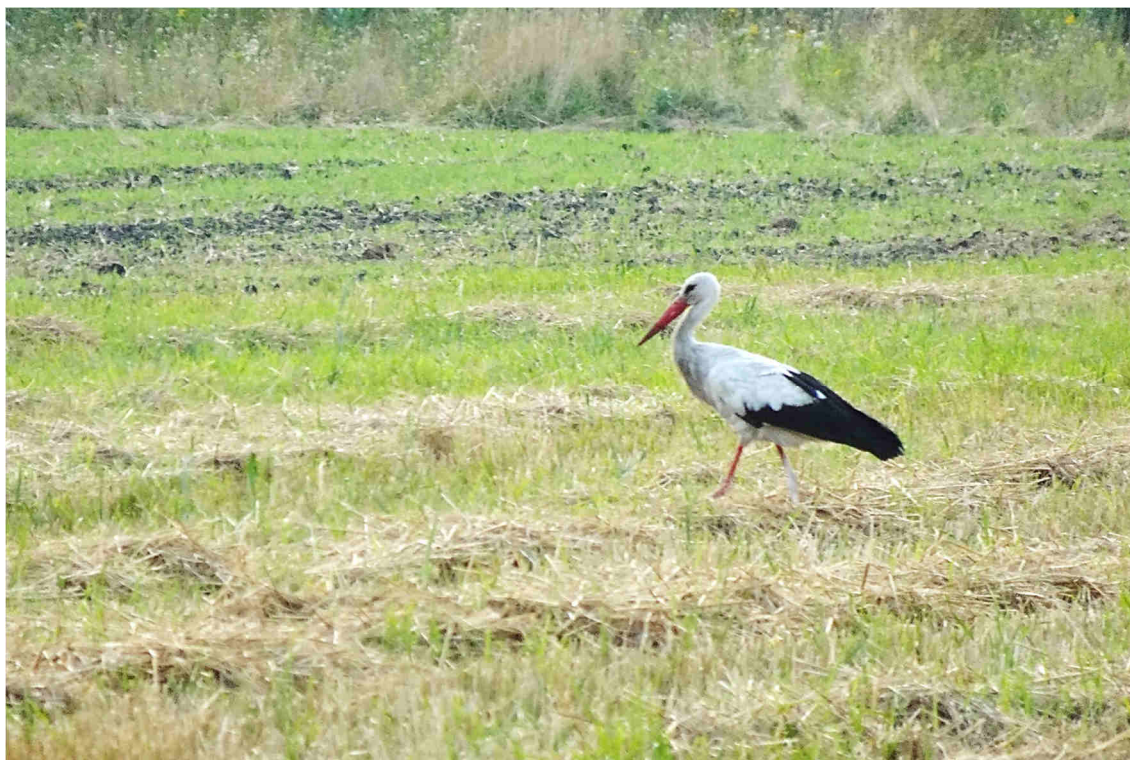
W Polsce jest to gatunek lęgowy. Ptaki przylatują z zimowiska w marcu, a odlatują w sierpniu do Afryki wschodniej i południowej (Flack i in., 2018; Martín i in., 2021). W ostatnim czasie jednak część ptaków pozostaje w miesiącach zimowych na półwyspie Iberyjskim (Arizaga i in., 2018; Bécáres i in., 2019). Naturalnym siedliskiem bociana białego są tereny rolnicze, tereny wiejskie, tereny podmokłe i obszary zalewowe, jako siedliska wtórne oraz stepy z rozproszonymi zadrzewieniami (Carrascal i in., 1993).





**Rys. 6 Młode bociany na gnieździe, fot. J. Bihałowicz**

Pierwotnie gatunek budował gniazda na starych drzewach, ale wraz z rozwojem cywilizacji człowieka oraz postępującą antropopresją zaczął preferować gniazdowanie w osadach ludzkich. W ostatnim czasie bocian biały do zakładania gniazd najczęściej wybiera infrastrukturę techniczną taką, jak słupy wysokiego napięcia, kominy czy latarnie uliczne (Rys. 6) (Gyalus i in., 2018; Janiszewski, Minias, Wojciechowski, i in., 2014; Kuźniak & Tobółka, 2010).



**Rys. 7 Bocian biały żerujący na skoszzonej łące, fot. J. Białowicz**

Bocian biały żeruje przede wszystkim na trawiastych łąkach i pastwiskach (Rys. 7), polach uprawnych i płytkich mokradłach (Johst i in., 2001), gdzie polują na *Orthoptera* (prostoskrzydłe) i *Oligochaeta* (skąposzczety – pierścienice), które stanowią podstawę ich diety (Orłowski i in., 2018). Żerowiska zlokalizowane są do 5 km od gniazda (Johst i in., 2001; Zurell i in., 2015).

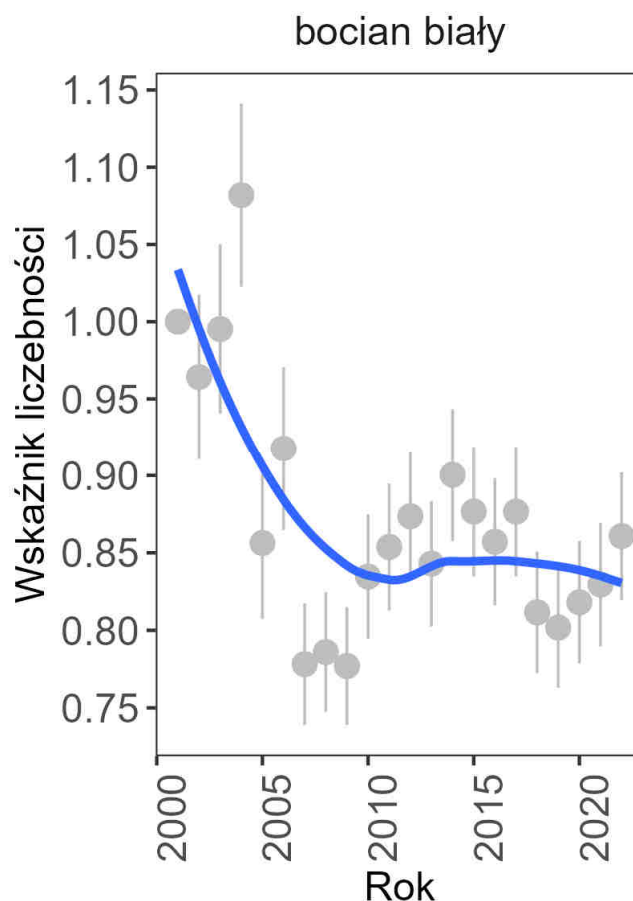
Populacja bociana białego badana jest od wielu lat, ale kompleksowy, cykliczny monitoring prowadzony jest w ramach Monitoringu Flagowych Gatunków Ptaków, od 2001 r. Jest to część Monitoringu Ptaków Polski, realizowanego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (Cenian i in., 2015). Dane pozyskane w ramach MPP wykorzystywane są w różnych celach. Są niezbędne do składania cyklicznych raportów dotyczących wdrażania art. 12 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/We z dnia 30 Listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa. Na ich podstawie wylicza się również wskaźnik zmian liczebności ptaków leśnych (*Forest Bird Index*) oraz wskaźnik zmian liczebności populacji ptaków krajobrazu rolniczego (*Farmland Bird Index*, tzw. FBI), który jest jedną z oficjalnych miar zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich UE. Głównym celem MPP jest monitorowanie stanu populacji jak największej liczby gatunków ptaków, zwłaszcza w sieci obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000. System obejmuje

obserwacją prawie 200 gatunków z czego ¼ to gatunki z załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Monitoring od inwentaryzacji różni to, że jest to cykliczna ocena wybranych parametrów, odnosząca się do konkretnego obszaru, mająca na celu wykrycie zmian wartości tych parametrów. W szerszym kontekście, ma na celu pomiar reakcji systemu na zastosowane działania związane z ochroną i zrównoważonym użytkowaniem zasobów przyrodniczych a analiza danych pozwala sprawdzić zgodność stanu aktualnego ze stanem docelowym. Dlatego monitoring jest niezbędnym elementem w gospodarowaniu zasobami biologicznymi i procesu podejmowania decyzji związanych z ich ochroną.

Wśród głównych celów Monitoringu Flagowych Gatunków Ptaków, koordynowanego w Polsce przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (GIOŚ), jest zebranie i śledzenie zmian wskaźników liczebności gatunków lęgowych w czasie, jak również ustalenie ich rozpowszechnienia i zagęszczenia a ostatecznie ustalenie zależności między zmianami liczebności populacji i stanem środowiska. Badania prowadzone są w 15 regionach kraju na wylosowanych powierzchniach badawczych, kwadratach o boku 10 km, które są reprezentatywne dla całego kraju. Dla bociana białego, w monitoringu określana jest łączna liczba par, średnie zagęszczenie na 100 km, lokalizacja gniazd naniesiona na mapę w skali 1:50000 oraz rejestr młodych. W latach 2001 - 2020 wskaźnik rozpowszechnienia określany jest jako stabilny, natomiast wskaźnik liczebności spada (Sikora i in., 2021). Dane dotyczące bociana białego na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego wraz z otuliną użyte w tej pracy pochodzą z wieloletnich obserwacji prowadzonych na pełną skalę od 2004 roku przez dr A. Olszewskiego. Określone w nich informacje są zgodne z metodyką wypracowaną w ciągu wielu lat badań nad tym gatunkiem (Cenian i in., 2015). Należą do nich:

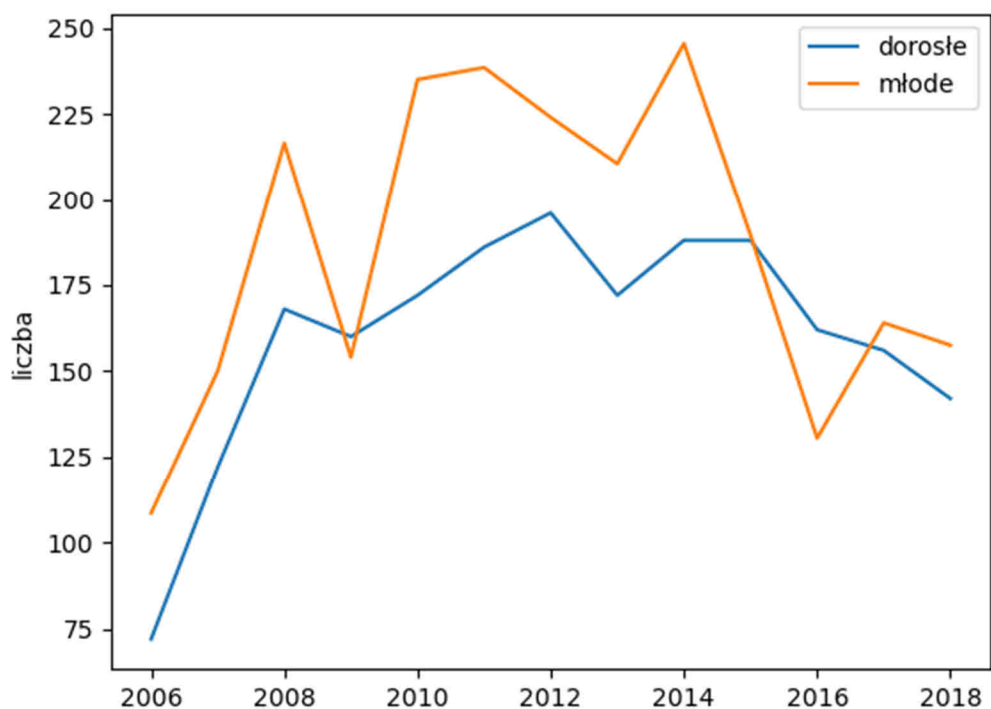
- lokalizacja gniazda – gmina, miejscowość dokładny adres lub przybliżona lokalizacja;
- usytuowanie – czy gniazdo zlokalizowane jest na budynku, słupie czy platformie;
- status - w każdym roku badań tj.:
  - czy gniazdo było zajęte,
  - czy zostały złożone jaja,
  - czy zostały wyprowadzone młode oraz ich liczba.

W Polsce w latach 2001-2020 populacja bociana białego wykazuje spadek liczebności obserwowany w Monitoringu Flagowych Gatunków Ptaków (Rys. 8).



**Rys. 8** Zmiany wartości wskaźników liczebności bociana białego na terenie Polski w latach 2001–2020 (Sikora i in., 2021).

Na terenie badawczym populację bociana białego w latach 2006 – 2018 można określić jako stabilną zarówno, jeśli chodzi o wskaźnik liczebności jak i rozpowszechnienia, zbliżoną do wahań występujących w populacji krajowej. Liczba dorosłych gniazdujących osobników na terenie opracowania, do 2012 roku rosła osiągając blisko 200 sztuk, od 2015 roku stopniowo spadła do niespełna 150 sztuk (Rys. 9). Liczba młodych zdolnych do lotu urosła z niewiele ponad 100 w 2006 roku do prawie 225 w 2008 r, następnie, w ciągu roku spadła do 150 osobników, by w kolejnych latach utrzymywać się w okolicy 225 osobników. Od 2014 roku notowany jest spadek do ok. 150 młodych bocianów zdolnych do lotu.



Rys. 9 Populacja bociana białego na obszarze badawczym w latach 2006-2018 (rys. na podstawie danych ornitologicznych od dr A. Olszewskiego)

W dalszych analizach wykorzystano cztery parametry opisujące populację bociana białego, stworzone na podstawie danych ornitologicznych, które ujęto w zestawieniu ze wskaźnikami środowiskowymi i wskaźnikami krajobrazowymi. Są to następujące wskaźniki:

- Zajętość gniazda (Z), zmienna binarna 0-1 – oznaczone kodem HP przyjęto jako 1, oznaczone kodami HO, HB1, HB2, HBX jako 0;
- Lęgi nieudane (BJ), zmienna binarna 0-1 – oznaczone kodem HPo przyjęto jako 1, oznaczone innymi kodami jako 0;
- Lęgi udane (BJM), zmienna binarna 0-1 – oznaczone kodem HPm przyjęto jako 1, oznaczone innymi kodami jako 0;
- Liczba młodych zdolnych do lotu (IM), zmienna dyskretna, wyrażana liczbami naturalnymi – w przypadku kodów HPm1, HPm2 itd. przyjmowano jako wartość zmiennej IM 1, 2 itd. W przypadku kodu HPmx oznaczającego niewiadomą ilość młodych, przyjęto wartość 1 jako najwyższą wartość co do której można mieć pewność.



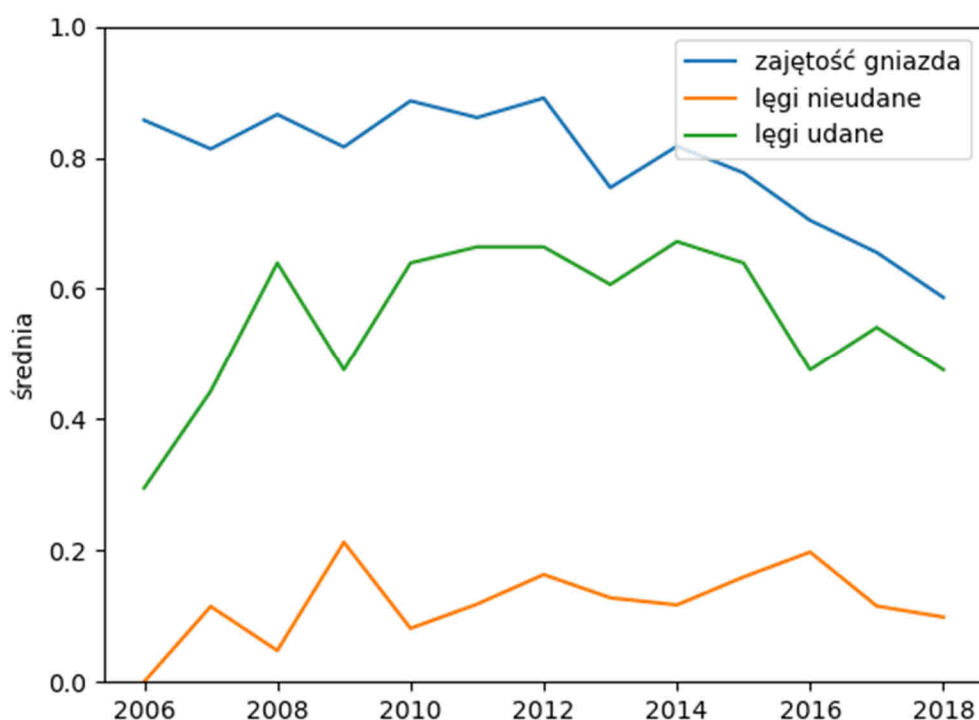
Wartości zmiennych bocianich użytych w tej pracy wraz z odpowiadającymi im kodami z inwentaryzacji i objaśnieniami zestawiono w Tab. 1.

**Tab. 1 Zestawienie oznaczeń stosowanych w inwentaryzacji bociana białego wraz z wartościami zmiennych bocianich wprowadzonych w tej pracy**

Parametr bociani	Wartość parametru	Kod z inwentaryzacji	Objaśnienie
Zajętość gniazda	Gniazdo niezajęte (0)	HO	na gnieździe nie pojawiły się bociany
		HB1	gniazdo było odwiedzane przez jednego bociana przez okres od tygodnia do miesiąca lub zajmowane w sezonie lęgowym z przerwami
		HB2	gniazdo było odwiedzane przez dwa bociany od tygodnia do miesiąca lub zajmowane w sezonie lęgowym z przerwami
		HBX	gniazdo było odwiedzane od tygodnia do miesiąca, ale nie wiadomo, przez ile ptaków
	Gniazdo zajęte (1)	HP	gniazdo zajęte przez parę dłużej niż jeden miesiąc w okresie od 14.04 do 15.06
Lęgi nieudane	Były lęgi udane (0)	HPm	gniazda w których stwierdzono obecność młodych zdolnych do wylotu
	Gniazdo, z którego nie zostały wyprowadzone młode (1)	HPo(g)	w gnieździe były jaja, lecz z żadnego nie wykluły się młode (np. gniazdo z jajami spadło)
		HPo(m)	bociany miały młode, lecz wszystkie młode zginęły (np. z głodu)
		HPo(o)	gniazdo było zajęte przez parę ponad miesiąc, ale w ogóle nie zostały złożone jaja oraz gniazdo było zajęte przez parę ponad miesiąc, ale nie można ustalić, czy były złożone jaja, lub czy wykluły się młode
Lęgi udane	Brak lęgów udanych (0)	HPo, HO, HB	gniazda w których nie stwierdzono obecności młodych zdolnych do wylotu, gniazda w których nie pojawiły się bociany, gniazda zajmowane od tygodnia do miesiąca lub z przerwami

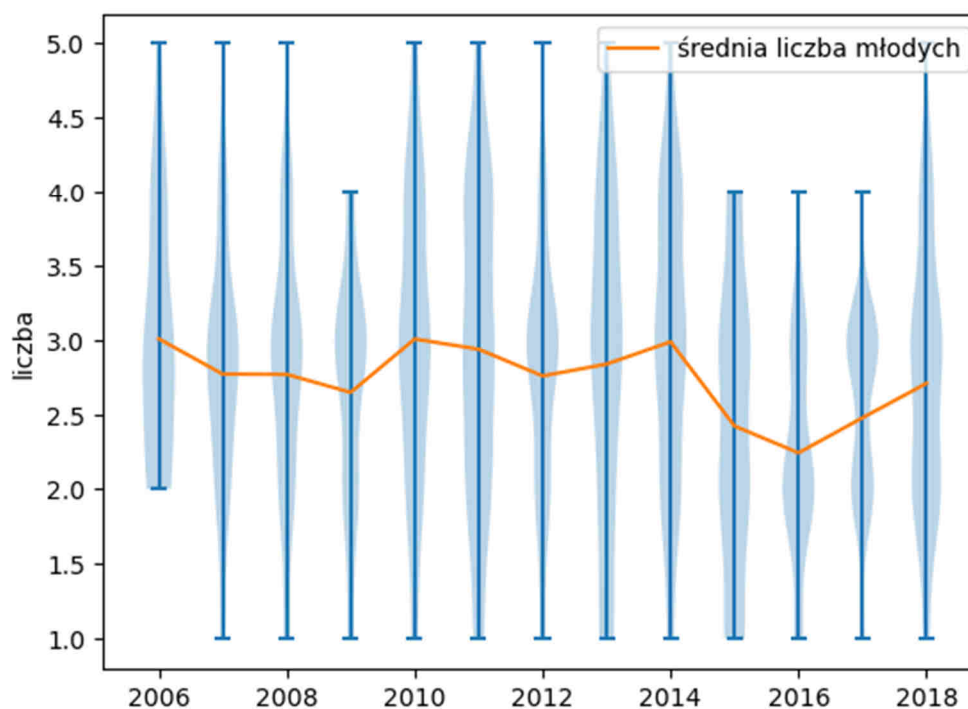
Parametr bociani	Wartość parametru	Kod z inwentaryzacji	Objaśnienie
	Lęgi udane (1)	HPm	gniazda w których stwierdzono obecność młodych zdolnych do wylotu
Liczba młodych zdolnych do lotu	Zero młodych zdolnych lotu	HPo, HO, HB	gniazda w których nie stwierdzono obecności młodych zdolnych do wylotu, gniazda w których nie pojawiły się bociany, gniazda zajmowane od tygodnia do miesiąca lub z przerwami
	Liczba młodych zdolnych do lotu (1,2,3,...,1)	HPm1,2,...,x	gniazda w których stwierdzono obecność, 1, 2, ..., niewiadomej liczby młodych zdolnych do wylotu.

W badanych gniazdach średnia zajętość gniazda do 2012 roku utrzymywała się na stałym poziomie 0,85, następnie zaczęła spadać do 0,6 w 2018 roku (Rys. 10). Średnia liczba lęgów udanych od 2008 roku utrzymuje się na wysokości 0,55, natomiast średnia liczba lęgów nieudanych waha się w okolicy 0,1.



Rys. 10 Średnie parametrów bocianich na obszarze badawczym w latach 2006 – 2018

Średnia liczba młodych bocianów zdolnych do lotu w badanych gniazdach utrzymuje się na stałym poziomie pomiędzy 2,5 a 3, z niewielkim spadkiem do 2 w 2016 roku (Rys. 11).



Rys. 11 Średnia liczba młodych zdolnych do lotu w latach 2006 – 2018 na obszarze badawczym.

### 4.3 Parametry badawcze

Ponieważ głównym celem pracy jest wykazanie przydatności bociana białego jako wskaźnika jakości i zmian stanu środowiska Puszczy Kampinoskiej oraz wykazanie, iż występowanie bociana białego może wskazywać także określony pod względem fizjonomicznym krajobraz, zdefiniowano i ujęto w dwie grupy następujące parametry badawcze, które zestawiano następnie z danymi populacyjnymi parametry środowiskowe i parametry kompozycji krajobrazu.

#### 4.3.1 Parametry środowiskowe

Parametry środowiskowe to takie cechy i wskaźniki, które według dotychczasowego stanu wiedzy, charakteryzują optymalne środowisko bociana białego. Przedstawione zostały w rozdziałach (4.3.1.1 - 4.3.1.3).

Badania dotyczące sukcesu lęgowego bociana białego wykazały również, że istotny wpływ na populację mają także warunki pogodowe (Sikora, 2017; Wojciechowski & Janiszewski, 2006). Natomiast badania prowadzone w Rumuni (Fasolă-Mătășaru i in., 2018) wykazały wpływ wysokości n.p.m. na sukces lęgowy

bociana białego. Oba te wskaźniki zostały pominięte w badaniach prowadzonych na terenie Puszczy Kampinoskiej.

#### **4.3.1.1 Pokrycie terenu**

Z dotychczasowych badań powiązania między pokryciem terenu a populacją bociana białego wiemy, że różne kategorie pokrycia mają wpływ na wybór gniazd, jak i kształtowanie się wielkości populacji. Orłowski i in. (Orłowski i in., 2018) zauważyli związek między udziałem gruntów orných oraz lasów w otoczeniu gniazd a liczbą młodych. Badania prowadzone w Brandenburgii (Latus & Kujawa, 2005) pokazały, że na zagęszczenie osobników wpływają grunty orne oraz odsetek intensywnie użytkowanych terenów zamienionych w użytki zielone. Sikora (Sikora, 2017) powiązał zmiany wielkości populacji bociana białego ze zmianą udziału trwałych użytków zielonych. Również zależność populacji bociana białego od użytków zielonych, związanych z wypasem bydła i programami rolnymi, wykazały badania przeprowadzone w okolicy Siedlec (Golawski & Kasprzykowski, 2021; Kaługa i in., 2016). Podczas badań przeprowadzonych w Ostoju Warmińskiej określona została zależność pomiędzy powierzchnią pastwisk i łąk a lokalizacją gniazd (Pestka i in., 2023). Badania Białas i in. (Białas i in., 2020) pokazały silną zależność między wyborem miejsca gniazdowania oraz sukcesem lęgowym a różnymi kategoriami pokrycia terenu, takim jak łąki i pastwiska, grunty orne oraz tereny antropogeniczne. (Onmuś i in., 2012) zauważyli związek pomiędzy liczbą par lęgowych bociana białego a gruntami ornymi i powierzchnią upraw trwałych.

#### **4.3.1.2 Rozdrobnienie strukturalne**

Badania dotyczące bociana białego, prowadzone w Brandenburgii (Latus & Kujawa, 2005) pokazały, że ważnym czynnikiem, pozytywnie wpływającym na zagęszczenie bociana białego jest większa fragmentacja pól uprawnych i użytków zielonych. Badania przeprowadzone przez Orłowski i in. (Orłowski i in., 2019) wykazały że jednorodny obszar rolniczy negatywnie wpływa na sukces lęgowy bociana. O wpływie intensywnego rolnictwa, monokultur i wielkich gospodarstw rolnych na populację bociana białego pisali również Kuźniak i Tobółka oraz Vaitkuvienė i Dagys (Kuźniak & Tobółka, 2010; Vaitkuvienė & Dagys, 2015). Dodatkowo fragmentacja i separacja różnych kategorii pokrycia terenu jest znana jako jedna z głównych przyczyn wymierania gatunków w krajach uprzemysłowionych o czym wspomina Jaeger (Jaeger, 2000).

W przytoczonych pracach (Latus & Kujawa, 2005; Orłowski i in., 2019) sugerowano również, że rozdrobnienie różnych kategorii pokrycia terenu wpływa na populację bociana białego, ponieważ powiązana jest z długością granic obszarów o poszczególnych typach pokrycia. Zaobserwowane przez Tryjanowskiego i in. (Tryjanowski i in., 2018) żerowanie bocianów białych w lasach odbywało się na ich krawędzi.

#### **4.3.1.3 Odległość od wody**

W dotychczasowych badaniach występowanie różnych typów wód powierzchniowych było istotnym czynnikiem wpływającym na lokalizację gniazd bociana białego (Janiszewski, Minias i Wojciechowski 2013; Nowakowski 2003; Radović i Tepić 2009). Przede wszystkim gniazda lokalizowane są w dużych dolinach rzecznych (Janiszewski i in. 2014; Nowakowski 2003). Ważna jest również liczba odcinków rzek w otoczeniu gniazd (Fasolä-Mätäsaru i in., 2018). Dodatkowo bociany preferują siedliska z niewielkim dystansem do zbiorników i cieków wodnych (Radović & Tepić, 2009). Pestka (Pestka i in., 2023) wykazała, iż zbiorniki i ciek wodne istotnie wpływają na lokalizację gniazda. W badaniach prowadzonych przez Olsona i Rogersa (Olsson & Rogers, 2009) tereny okresowo podmokłe (okresowo zalewane pastwiska) oraz tereny podmokłe są najcenniejszymi żerowiskami bociana białego. Również Nowakowski (Nowakowski, 2003) wykazał, że liczba piskląt oraz gniazd były zależne od występowania podmokłych łąk, torfowisk, i innych terenów podmokłych a także wielkości zbiorników wodnych. W badaniach przeprowadzonych w Turcji (Onmuş i in., 2012) ważnym czynnikiem wpływającym na zajętość gniazda była odległość od najbliższej rzeki.

#### **4.3.2 Parametry krajobrazowe**

Pojęcie krajobrazu jest wieloznaczne i złożone. Na gruncie nauki bywa ono stosowane w co najmniej kilku ujęciach: ogólnym, fizjonomicznym, materialnym, geograficznym, przyrodniczym, społeczno-kulturowym i syntetycznym. W niniejszym opracowaniu przyjęto definicję krajobrazu, która występuje w Ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015), która definiuje go jako: „*postrzeganą przez ludzi przestrzeń, zawierającą elementy przyrodnicze lub wytwory cywilizacji, ukształtowaną w wyniku działania czynników*

*naturalnych lub działalności człowieka*” (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015). W ustawie pojawia się również pojęcie krajobrazu priorytetowego, który ma być identyfikowany za pomocą audytu krajobrazowego. Jest to „*krajobraz szczególnie cenny dla społeczeństwa ze względu na swoje wartości przyrodnicze, kulturowe, historyczne, architektoniczne, urbanistyczne, ruralistyczne lub estetyczno-widokowe, i jako taki wymagający zachowania lub określenia zasad i warunków jego kształtowania*” (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015).

Jest to podejście fizjonomiczne (estetyczne), zgodnie z którym krajobraz to fizjonomia środowiska wynikająca z syntezy działań człowieka i elementów przyrodniczych. Istnieje wiele różnych metod oceny krajobrazu w aspekcie wizualnym (Kang & Liu, 2022; Solecka, 2016; The James Hutton Institute, 2020; Virtanen i in., 2020) wśród nich wyróżnia się metoda JARK-WAK (Bogdanowski, 2000). Odnosi się ona do kompozycji krajobrazu, która ostatecznie jest przedmiotem percepcji obserwatora, w dużej mierze wizualnej. Metoda ta ma zastosowanie przede wszystkim do krajobrazu kulturowego, a zwłaszcza jego waloryzacji, ochrony i projektowania (Myga-Piątek, 2007; Nowak, 2018). Wielu autorów wskazuje tą metodę jako przydatną do oceny krajobrazu zgodnie z Europejską Konwencją Krajobrazową (Gałęcka-Drozda i in., 2018; Myczkowski, 2013; Solon i in., 2015). Metoda prowadzi do opracowania wytycznych w planowaniu przestrzennym oraz projektowaniu i przewiduje zakres działania w trzech skalach przestrzennych:

- jednostki architektoniczno - krajobrazowe tzw. JARK (skala planistyczna) - stanowią dogodny układ odniesienia w planowaniu miejscowym. Wyróżnia się je tworząc trzy odrębne opracowania:
  - Jednostki pokrycia (JP) wyznaczone przez różne kategorie pokrycia terenu np. tereny upraw rolnych, tereny wód powierzchniowych.
  - Jednostki ukształtowania (JU) wyznaczone przez rzeźbę terenu np. płaski, pagórkowaty, koryto rzeki.
  - Jednostki historyczne (JH) oparte o genezę krajobrazu o cechach historycznych (np. cmentarz, tereny folwarku).

Nałożenie na siebie tych trzech typów jednostek wyznacza określone jednostki architektoniczno – krajobrazowe, które następnie przyporządkowuje

się do jednej z trzech kategorii krajobrazu: naturalny (N), kulturowy (K) i pierwotny (P), a w obrębie kulturowego dwie podkategorie: harmonijny i dysharmonijny. Do każdej kategorii ustala się hierarchię jakości, którą stosuje się do wyznaczonych jednostek architektoniczno – krajobrazowych. Wyniki waloryzacji służą do określenia wytycznych w planowaniu przestrzennym i projektowaniu.

- zespoły wnętrz architektoniczno-krajobrazowych ZWAK (skala urbanistyczna) – składają się z wnętrz architektoniczno - krajobrazowych o podobnych cechach, formie i kompozycji.
- wnętrza architektoniczno - krajobrazowe tzw. WAK (skala architektoniczna) – Podstawową jednostką jest wnętrze krajobrazowe (WAK), zdefiniować je można jako fragment przestrzeni, wyodrębniony z otoczenia przez różne formy pokrycia oraz rzeźby terenu. Wnętrza określane są na planie na podstawie obserwacji w terenie. Następnie określa się strukturę wnętrza, tj. identyfikuje ściany, podłogę, sufit oraz wolnostojące we wnętrzu bryły, linie i punkty oraz ich rolę kompozycyjną (dominant, akcentów, tła, punktów charakterystycznych, linii prowadzenia i in.). Zatem można przyjąć, że krajobraz postrzegany jest przez układ wnętrz architektoniczno-krajobrazowych a wnętrze stanowi jego podstawową jednostkę wizualną. Wnętrza można klasyfikować wg takich cech jak zwarcie lub inaczej, przejrzystość ścian dzieląc je na konkretne, obiektywne lub subiektywne. Wnętrza można dzielić także wg przeważającego tworzywa (przyrodniczego, w tym roślin, naturalnego lub budowlanego) na krajobrazowe i architektoniczno-krajobrazowe.

Metoda JARK-WAK opracowana przez Bogdanowskiego już w 1974 r. (Bogdanowski, 2000) jest uniwersalną metodą oceny jakości krajobrazu ponieważ może być dostosowana do różnych potrzeb. Chmielewski (Chmielewski, 2013) rozszerzył podział typów krajobrazu pozostawiając trzy główne kategorie: krajobrazy przyrodnicze, kulturowe oraz przyrodniczo kulturowe, dodając do każdej z nich 4 podtypy. Na tej podstawie powstało także wiele metod, które bazują na założeniach metody JARK-WAK jak choćby wskaźnikowa ocena wartości estetycznej krajobrazu miejskiego Kowalczyka (Kowalczyk, 2021). Innym przykładem jest metoda hierarchiczna opracowana przez Myczkowskiego i in. i stosowana przez Pałubską (Myczkowski i in., 2009; Pałubská,

2015). Uniwersalności i przydatności metody JARK-WAK dowodzi zastosowanie jej w V Krajowym Programie Ministerstwa Kultury i Sztuki (1994-2000) „Ochrona i konserwacja zabytkowego krajobrazu kulturowego”, który doprowadził do wyznaczenia i waloryzacji jednostek architektoniczno-krajobrazowych dla ok. 88% kraju, a na tej podstawie wskazano obszary wymagające ochrony (Wrochna, 2012). Przy analizie i ocenie krajobrazu zachodniej części Inowrocławia (Micek, 2018) wykorzystano zarówno jednostki architektoniczno-krajobrazowe, jak i wnętrza architektoniczno-krajobrazowe, jednakże przy wyznaczaniu JARK-ów pominięto jednostki ukształtowania (JU) ze względu na jednorodną rzeźbę terenu. Podczas inwentaryzacji zasobów środowiskowych gminy Lubień (Marcin Rechciński i in., 2019) położono przede wszystkim nacisk na elementy środowiska przyrodniczego, które mają znaczenie zarówno dla ochrony przyrody jak i kształtowania się krajobrazu gminy, dlatego praktycznie pominięto uwarunkowania kulturowe czyli jednostki historyczne (JH). Zatem JARK-WAK jest wciąż metodą stosowaną a jej uniwersalność pozwala na modyfikację i dostosowywanie założeń metodycznych do obieranego celu prowadzonych prac waloryzacyjnych.

Dlatego też w niniejszej pracy nad opisem i waloryzacją fizjonomiczną krajobrazu KPN i otuliny, przyjęto zmodyfikowaną metodę JARK – WAK. Parametrami ujętymi w dalszych analizach są wybrane ilościowe i jakościowe cechy kompozycji wnętrza architektoniczno – krajobrazowych wyodrębnione na podstawie JARK – WAK. Modyfikacja ta miała pozwolić na określenie parametrów kompozycji badanego krajobrazu, dających się ująć następnie w modelach statystycznych, ujmujących również dane populacyjne bociana białego i parametry środowiskowe.

## **4.4 Analizy środowiskowe**

### **4.4.1 Struktura pokrycia terenu Kampinoskiego Parku Narodowego**

Większość terenu, tj. ponad 73%, Kampinoskiego Parku Narodowego stanowią lasy (Tyburski & Przybylski, 2016). Grunty rolne aktualnie zajmują około 20% obszaru, z czego łąki i pastwiska to aż 76%. W granicach Parku znajduje się jeszcze prawie 4000 ha gruntów rolnych należących do prywatnych właścicieli. Od 1975 roku prowadzone są działania mające na celu przejęcie tych terenów od prywatnych właścicieli na rzecz parku (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 lipca 1975 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie utworzenia Kampinoskiego Parku Narodowego., 1975;



Zaleski, 2009). W miarę postępu w realizacji programu zostaną wykupione, część z nich przeznaczona zostanie do zalesień i naturalnej sukcesji (KPN, 2012), a pozostałe dalej będą użytkowane rolniczo.

Patrząc na dane GUS dotyczące gmin, w których leżą park i otulina to grunty rolne stanowiące prawie 50% powierzchni tych gmin, z czego 70-80% gospodarstw nie przekracza powierzchni 5 ha (Kampinoski Park Narodowy, 2012). Małe gospodarstwa, choć mają niską efektywność ekonomiczną to tworzą bogatą mozaikę siedlisk, gdzie niewielkie lasy, zakrzaczenia i zadrzewienia przenikają się z obszarami zabagnionymi, zbiornikami wodnymi i terenami rolnymi z dużą ilością miedz. Wpływa to na wysoką różnorodność biologiczną tych obszarów, co z kolei pozytywnie oddziałuje na wartość przyrodniczą terenów KPN. W związku z niską efektywnością rolniczą, na terenie gmin, w których leży Park, charakterystyczny jest duży udział gruntów nie użytkowanych rolniczo. Należą do nich ugory i odłogi. Niestety grunty te są często zajmowane budownictwem mieszkaniowym o układzie łańcowym (Polskie Radio Czwórka, 2021), co jest efektem silnej presji rozrastającej się stolicy.

#### **4.4.2 CORINE Land Cover**

Do badań opisanych w niniejszej pracy wykorzystano mapy pokrycia terenu stworzone w projekcie CORINE Land Cover (CLC). Jest on składową zapoczątkowanego w 1985 r. eksperymentalnego projektu CORINE dotyczącego gromadzenia, koordynacji i zapewnienia spójności informacji o stanie środowiska oraz zasobów naturalnych Wspólnoty Europejskiej. Polska przystąpiła do programu w 1993 r. (GIOŚ, 2016). W założeniach programu pozyskane dane mają być spójne i kompatybilne dla wszystkich krajów członkowskich, co ma pomóc w zarządzaniu środowiskiem. Dotychczas informacje o pokryciu terenu były miejscowe, niejednorodne oraz trudne do pozyskania a także aktualizowane z dużym opóźnieniem. Dlatego istotne było stworzenie bazy, która dostarczy aktualnych danych w regularnych odstępach czasu, co 6 lat od 2000 r. Gromadzone informacje, w zakresie szczegółowości jak i w tematyce, są dostosowane do potrzeb Unii Europejskiej (Heymann, 1993). Inwentaryzacja pokrycia terenu wykonana jest w siatce 100x100 m i prezentowana jako produkt kartograficzny w skali 1:100 000, a jej dokładność tematyczna wynosi więcej niż 85 % (Copernicus Programme, 2023).

Pokrycie terenu kartowano w 3 stopniach dokładności, tak aby była możliwość sklasyfikowania całego terytorium objętego programem oraz żeby terminologia

nagłówków była jednoznaczna. Pierwszy stopień dokładności podzielony jest na 5 głównych kategorii pokrycia terenu występujących na całej kuli ziemskiej. Są to powierzchnie sztuczne; tereny rolnicze; obszary leśne i półnaturalne; tereny podmokłe i zbiorniki wodne. Drugi poziom zawiera 15 klas pokrycia, które są przeznaczone do stosowania w skalach 1:500 000 i 1:1 000 000. Poziom trzeci, najbardziej dokładny, obejmuje 44 klasy pokrycia wykorzystywane do utworzenia map w skali 1:100 000 i w programie CORINE. Podział nie jest zamknięty i w ramach potrzeb użytkowników można dodać 4-ty rząd klasyfikacji z zachowaniem odpowiednich zasad. Na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego występują 22 klasy pokrycia terenu w trzecim rzędzie dokładności (Tab. 2).

**Tab. 2** Kategorie pokrycia terenu wg. Corine Land Cover (GIOŚ, 2016) występujące na obszarze badawczym.

POZIOM PIERWSZY		POZIOM DRUGI		POZIOM TRZECI	
KOD	NAZWA	KOD	NAZWA	KOD	NAZWA
1	Tereny antropogeniczne	11	Zabudowa miejska	112	Zabudowa miejska luźna
		12	Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne	121	Tereny przemysłowe lub handlowe
				122	Tereny komunikacyjne oraz tereny związane z komunikacją drogową i kolejową
				123	Porty
				124	Lotniska
		13	Kopalnie, wyrobiska i budowy	131	Miejsca eksploatacji odkrywkowej
				132	Zwałowiska i hałdy
				133	Budowy
		14	Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe	141	Tereny zielone
				142	Tereny sportowe i wypoczynkowe
2	Tereny rolne	21	Grunty orne	211	Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających
		22	Uprawy trwałe	222	Sady i plantacje
		23	Łąki i pastwiska	231	Łąki i pastwiska
		24	Obszary upraw mieszanych	242	Złożone systemy upraw i działek
				243	Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych
3		31	Lasy	311	Lasy liściaste
				312	Lasy iglaste

POZIOM PIERWSZY		POZIOM DRUGI		POZIOM TRZECI	
KOD	NAZWA	KOD	NAZWA	KOD	NAZWA
	Lasy i ekosystemy seminaturalne			313	Lasy mieszane
		32	Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej	324	Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian
4	Obszary podmokłe	41	Śródlądowe obszary podmokłe	411	Bagna śródlądowe
5	Obszary wodne	51	Wody śródlądowe	511	Cieki
				512	Zbiorniki wodne

Corine Land Cover to nie jedyne ogólnodostępne mapy pokrycia terenu. Polska Agencja Kosmiczna (POLSA) opracowała mapy pokrycia terenu Polski na podstawie metodyki stworzonej w ramach projektu S2GLC przez Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk oraz danych z programu Sentinel-2 (Malinowski i in., 2020). Mapy w rozdzielczości 10 metrów dotychczas opracowano dla lat 2019-2022. Podczas automatycznego procesu pokrycie terenu uzyskane na podstawie serii zdjęć, zarejestrowanych w okresie wegetacyjnym, jest przypisywane do jednej z 10 klas: tereny antropogeniczne, tereny rolne, lasy liściaste, lasy iglaste, roślinność trawiasta, wrzosowiska i zakrzaczenia, tereny bagienne, torfowiska, tereny naturalne pozbawione roślinności oraz obszary wodne. Pozwala to na regularne obserwacje pokrycia terenu i jego zmian zachodzących na terenie kraju, w tym zmian powierzchni obszarów leśnych, zbiorników wodnych czy terenów zabudowanych. Powstałe zobrazowania są powszechnie dostępne dla użytkowników.

Jako uzupełnienie danych mapowania pokrycia terenu CORINE Land Cover (CLC) powstały warstwy o wysokiej rozdzielczości (HRL). Są to rastrowe zbiory danych, które dostarczają informacji o różnych cechach pokrycia terenu (Langanke, 2018). Ogólnoeuropejskie warstwy o wysokiej rozdzielczości opisują niektóre z głównych cech pokrycia terenu takich jak: nieprzepuszczalne (uszczelnione) powierzchnie (np. drogi i tereny zabudowane), obszary leśne, użytki zielone, wody i tereny podmokłe oraz zagajniki leśne. Większość HRL jest dostępna dla lat 2012, 2015 i 2018. HRL są tworzone na podstawie zdjęć satelitarnych poprzez połączenie automatycznego dopasowywania do określonej klasyfikacji.

Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) jest podstawowym zbiorem danych przestrzennych obiektów topograficznych służącym do tworzenia

opracowań w skali 1:10 000 – 1:100 000, spełniających warunki art. 4 ust. 1a. pkt 8) Ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 października 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geodezyjne i kartograficzne, 2021) opracowanym, zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych, 2012) w układzie współrzędnych PL-1992 (EPSG:2180). Zasady dotyczące BDOT10k są określone w drodze rozporządzenia (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, 2021), znajdują się tam szczegóły dotyczące zakresu i udostępniania gromadzonych danych oraz specyfikacja techniczna. Informacje dotyczące obiektów topograficznych gromadzone w bazie zawierają: metadane obiektów, kody kartograficzne, charakterystykę, lokalizację oraz opisują własności geometryczne i relacje przestrzenne obiektów. Baza Danych Obiektów Topograficznych jest tworzona w oparciu o ortofotomapę, numeryczny model terenu, pomiary bezpośrednie i rejestry prowadzonych przez instytucje publiczne takich jak: ewidencję gruntów i budynków, państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, geodezyjną ewidencję sieci uzbrojenia terenu, państwowy rejestr nazw geograficznych oraz ewidencję miejscowości, ulic i adresów (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, 2021). Ograniczenia prawne nałożone na BDOT sprawiają, iż jest to baza, w której prezentowany jest nie faktyczny stan pokrycia terenu, lecz deklarowany do ewidencjonowania. Dodatkowo BDOT jest dość inercyjną bazą danych – jej aktualizacje są przeprowadzane w ramach przetargów, doraźnie, w miarę zmian terenu. Dostępna jest jedynie najnowsza wersja bazy, która nie obrazuje jednej „migawki” stanu pokrycia terenu, a jedynie najnowszą, ostatnio aktualizowaną wersję, co może różnić się w zależności od jednostki administracyjnej, godła arkusza mapy topograficznej itp. W związku z powyższym, pomimo pewnych zalet BDOT, nie stanowi ona bardzo istotnego źródła naukowego w kontekście planowanych analiz środowiskowych a jej zastosowanie poddawałoby w systematyczną wątpliwość jakiegokolwiek wnioski wysnute przy wykorzystaniu BDOT.

Programem zastosowanym do analiz z zastosowaniem map, który został użyty w tej pracy, jest Wolny i Otwarty System Informacji Geograficznej (QGIS) w wersji 3.22.16 Białowieża (QGIS Development Team, 2021). System informacji geograficznej (GIS) pozwala przekazać informacje na temat przestrzeni i relacje pomiędzy zbiorami danych, za pomocą map, tabel i wykresów (Flenniken i in., 2020). Jest ważnym narzędziem w planowaniu przestrzennym, leśnictwie, rolnictwie, inżynierii środowiska i wielu innych (J. S. Białowicz, 2022; Rogula-Kozłowska & Białowicz, 2023)

Podczas badań pokrycie terenu oraz jego zmiany ustalono wykorzystując bazę danych pokrycia terenu CORINE Land Cover (CLC). Na jej podstawie przeanalizowano udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu, zarówno dla całego obszaru badawczego z sumarycznymi powierzchniami badawczymi wyznaczonymi za pomocą okręgów o promieniach, kolejno od 1 do 5 km od gniazd bociana białego. Tak samo postąpiono wobec poszczególnych powierzchni badawczych przy każdym, pojedynczym gnieździe. Analizy prowadzone były dla wszystkich trzech rzędów dokładności bazy CLC, dla roku 2006, 2012 i 2018. Oprócz powierzchni poszczególnych pól różnych kategorii pokrycia terenu sprawdzano także długość ich granic.

#### 4.4.3 Rozdrobnienie przestrzenne

Ponieważ na populację bociana wpływa nie tylko układ pokrycia, ale także rozdrobnienie pokrycia, przeprowadzono ocenę rozdrobnienia przestrzennego krajobrazu opartego o miary wprowadzone w 2000 roku przez Jaegera (Jaeger, 2000). Przede wszystkim korzystano ze stopnia podziału krajobrazu  $D$ , który może przyjmować wartości od 0 do 1. Stopień podziału krajobrazu jest to całka z odpowiednio unormowanego skumulowanego rozkładu pól pokrycia terenu. Niech  $f(A)$  będzie funkcją zliczającą, ile pól pokrycia terenu o całkowitej powierzchni  $A_t$  ma powierzchnię  $A$ . Dziedziną funkcji  $f(A)$  jest prawostronnie domknięty przedział  $D_f = ]0, A_t]$ . Rozważmy funkcję  $g(A)$  zadaną wzorem  $g(A) = \sum_{A_1 \leq A} A_1 \cdot f(A_1)$ . Ma ona takie własności, że  $g(0) = 0$  i  $g(A_t) = A_t$ . Można tę funkcję lekko zmodyfikować tak aby jej argumentem nie było  $A$  lecz bezwymiarowe  $\alpha = \frac{A}{A_t}$ . Wtedy nowa funkcja  $\gamma(\alpha)$  ma postać  $\gamma(\alpha) = \sum_{\alpha_1 \leq \alpha} \alpha_1 \cdot f(\alpha_1 \cdot A_t)$ . Wtedy dziedziną funkcji  $\gamma$  jest odcinek  $D_\gamma = [0; 1]$ , jest to funkcja niemalejąca, przyjmująca wartości na końcach przedziału określoności  $\gamma(0) = 0$

oraz  $\gamma(1) = 1$ . Wprowadzona przez Jaegera miara  $D$  to całka z tej funkcji po całej dziedzinie (równanie (1)), lub wyrażając to prościej, pole pod wykresem funkcji  $\gamma(\alpha)$ .

$$D = \int_0^1 \gamma(\alpha) d\alpha \quad (1)$$

Miara  $D$  jest dobrą miarą do opisu krajobrazu i porównań pomiędzy różnymi obszarami. Zgodnie z Jaegerem (Jaeger, 2000) miara  $D$  nie jest podatna na małe obszary w związku z czym jest ona odpowiednia do stosowania z przestrzennymi danymi rastrowymi o różnych rozmiarach siatki i precyzjach.

W celu dokładniejszej analizy do jakich zmian doszło w stopniu podziału krajobrazu zostały stworzone histogramy dwuwymiarowe, obrazujące zmianę stopnia podziału krajobrazu w okresie pomiędzy aktualizacjami bazy CLC w funkcji stopnia podziału krajobrazu na początku tego okresu.

W związku z badaniami wskazującymi, iż długość granic występujących w danym habitacie może mieć wpływ na populację bociana białego (Latus & Kujawa, 2005; Orłowski i in., 2019) rozszerzono analizę mozaikowości o ten parametr. Dla każdego płatu pokrycia terenu, który był analizowany na potrzeby mozaikowości i wyznaczony zgodnie z poprzednim podrozdziałem, określono jego obwód przy wykorzystaniu QGIS 3.22. Ten obwód został przyjęty jako długość granicy danego płatu pokrycia terenu. Dla każdego bufora, od 1 km do 5 km wokół gniazda, granice poszczególnych typów pokrycia terenu zostały zsumowane tj. została uzyskana jedna długość granicy na każdy kod trzeciego rzędu pokrycia terenu. Procedura została powtórzona dla wszystkich 122 analizowanych gniazd w latach 2006 - 2018. Dla pierwszej części okresu badawczego wzięto pod uwagę pokrycie terenu w roku 2012. Dla drugiej części okresu badawczego wzięto pod uwagę pokrycie terenu w roku 2018. Następnie określono współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy wartościami długości poszczególnych rodzajów pokrycia terenu a parametrami opisującymi populację bociana i określono ich istotność statystyczną.

#### **4.4.4 Zbiorniki wodne i obszary podmokłe**

W związku z istniejącymi w literaturze licznymi pracami dotyczącymi pozytywnego wpływu obszarów wodnych na bociana białego (Janiszewski i in., 2013; Janiszewski, Minias, Wojciechowska, i in., 2014; Nowakowski, 2003; Pestka i in., 2023; Radović & Tepić, 2009) w obliczu braku istotnych związków z pokryciem terenu, na

poziomie rozdzielczości przestrzennej bazy CLC postanowiono przebadać powiązania pomiędzy odległością od ogólnie pojętych obszarów wodnych a parametrami opisującymi populację bociana białego zbadaną za pomocą uogólnionych modeli liniowych (GLM). Modelem dwumianowym przebadano binarne parametry populacyjne: zajętość gniazda, lęgi udane oraz lęgi nieudane. Natomiast do sprawdzenia liczby młodych zdolnych do lotu wykorzystano model identycznościowy. Obszary wodne zostały określone zgodnie z warstwą Water and Wetness (WAW) należącej do warstw o wysokiej rozdzielczości (HRL), które są rozszerzeniem CORINE Land Cover (CLC) (Langanke, 2018). Z powyższej warstwy uzyskano również informacje o położeniu obszarów wodnych. Warstwy te pokazują występowanie wody w latach 2009 – 2012, jest to środek wybranego okresu badawczego przypadającego na lata 2006 - 2018. Obszary wodne podzielono na 4 kategorie:

- zbiornik wody płynącej i stojącej,
- tereny zalewowe,
- tereny podmokłe – bagna,
- tereny okresowo podmokłe.

Następnie wyznaczono za pomocą QGISa 3.22, dla każdego gniazda, najmniejszą odległość do każdej z przedstawionych na warstwie WAW kategorii obszaru wodnego. Następnie na tej podstawie w programie R stworzono model GLM i wykorzystano pakiet `My.stepwise` do wyznaczenia, które odległości mają istotny wpływ na poszczególne parametry bocianie.

Uwzględniając dane dotyczące pokrycia terenu, które są zbierane w przedziałach sześcioletnich, oraz to, że migawka stanu pokrycia terenu, z roku 2012 odpowiada temu, co do tego roku przyjęto, iż dane o bocianach będą zestawiane z CLC po uśrednieniu. Dla CLC 2012 do 6-letniego okresu kończącego się w roku 2012 bez uwzględnienia roku kończącego, tzn. lat 2006-11 (który to okres w dalszych analizach będzie nazywany 2006-2012) a dla CLC 2018 do 6-letniego okresu kończącego się w roku 2018 bez uwzględnienia roku kończącego ten okres, tzn. lat 2012-17 (który w dalszych analizach będzie nazywany 2012-2018).

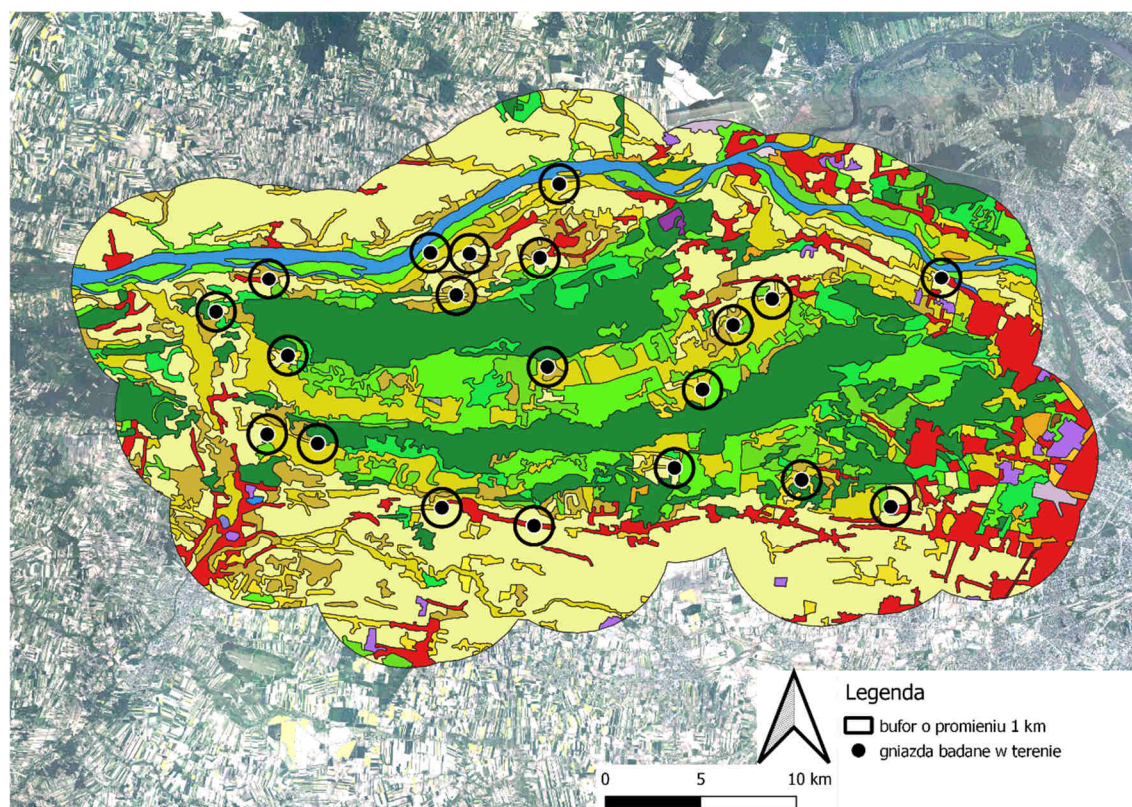
## **4.5 Analizy krajobrazowe**

Badania krajobrazu zostały przeprowadzone w zgodzie z głównymi założeniami metody JARK-WAK Bogdanowskiego (Bogdanowski, 2000), (poruszone w rozdziale 4.3.2). Spośród wszystkich 122 badanych gniazd przedstawionych na Rys. 4 wybrano

zbiór 20-tu gniazd do badań wewnątrz architektoniczno – krajobrazowych prowadzonych w terenie. Gniazda te spełniają następujące warunki:

- 1) odległość pomiędzy dwoma dowolnymi gniazdami przekraczała 2 km (tzn. tak aby okręgi o promieniu 1 km wokół gniazd się nie przecinały);
- 2) gniazda były monitorowane przez dr. A. Olszewskiego przez pełen okres pomiędzy 2006 a 2018 rokiem;
- 3) reprezentowały cały obszar badawczy.

Lokalizacje gniazd przedstawiono na (Rys. 12).



Rys. 12 Wybrane 20 gniazd do badań terenowych na tle obszaru badań zaprezentowanego na (Rys. 4 Obszar badań – rysunek Autorki na podstawie CORINE Land Cover i danych ornitologicznych A. Olszewskiego).

Badania terenowe opierały się na inwentaryzacji terenowej obszaru wokół gniazd ograniczonego okręgiem o promieniu 1 km. Powierzchnie badawcze były eksplorowane poprzez przejazd rowerem po drogach o różnym statusie i nawierzchni, znajdujących się na powierzchni badawczej o promieniu 1 km od gniazda. Przejazd rozpoczął się pod wybranym gniazdem lub w możliwe najbliższym otoczeniu. Oprócz prowadzenia obserwacji bezpośredniej, która służyła notowaniu na podręcznej mapie układu identyfikowanych wewnątrz, percypowany krajobraz rejestrowano za pomocą kamery



Insta360 ONE R - 1-Inch Edition posiadającej 1-calowy sensor, stabilizację obrazu, nagrywającej w rozdzielczości 4K. Kamera umieszczona była na głowie obserwatora.

Wnętrza architektoniczno – krajobrazowe (WAK), w których znajdowały się gniazda bociania, naniesiono w programie QGIS 3.22, zgodnie z metodą JARK-WAK (Bogdanowski, 2000) na podstawie notatek terenowych, wspierając się także:

- osobiście wykonanymi filmami i zdjęciami wykonanymi z perspektywy obserwatora poruszającego się drogami;
- ortofotomapą GUGiK (Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2022b) prowadzonej na podstawie (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 października 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geodezyjne i kartograficzne, 2021);
- ortofotomapą Google (Google, 2023);
- fotografiami z Google Street View (Google, 2023);
- numerycznym modelem pokrycia terenu (Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2022a).

W przypadku, gdy gniazdo znajdowało się na granicy dwóch wnętrz, wyznaczono i uwzględniono w analizach oba wnętrza.

Wyznaczone wnętrza WAK zostały zwaloryzowane według zmodyfikowanej metody JARK-WAK (Bogdanowski, 2000; Chmielewski, 2013; Myczkowski, 2013; Solon i in., 2015).

Wnętrza następnie scharakteryzowano, uwzględniając następujące elementy i cechy ich kompozycji:

- A. scharakteryzowano tło krajobrazowe, tj. ogólnie opisano charakter wnętrz sąsiadujących z danym.
- B. Określono typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposobu użytkowania (Chmielewski, 2013):
  - przyrodniczy:
    - pierwotny i zbliżony do pierwotnego,
    - harmonijnie użytkowane,
    - degradowane,
    - podlegające renaturyzacji;

- przyrodniczo – kulturowe:
  - harmonijne,
  - dysharmonijne,
  - zdegradowane,
  - podlegające odnowie;
- kulturowe:
  - harmonijne,
  - dysharmonijne,
  - zdegradowane,
  - podlegające odnowie.

C. Waloryzację wewnątrz przeprowadzono poprzez przyporządkowanie do jednego z modeli jednostek i wewnątrz JARK-WAK (Bogdanowski, 2000) Uwzględniono przy tym aktualną kompozycję wewnątrz, porównując ją ze stanem historycznym krajobrazu, odczytanym z map historycznych ukazujących dawny układ zabudowy, pól i dróg. Ponieważ mapy topograficzne są dość wolno aktualizowanym źródłem (J. Bijałowicz & Bijałowicz, 2022) przyjęto za odniesienie mapy, które powstały około 100 lat temu. Analizie poddano więc historyczne mapy topograficzne, wydane przez Wojskowy Instytut Geodezyjny w latach 1929-1939 w skali 1:25 000 (MAPSTER, 2023; mapywig.org, 2013). Skany map zostały georeferencjonowane w programie QGIS na podstawie co najmniej 6 punktów na arkusz. Jako punkty przyjęto elementy układu drogowego – skrzyżowania, które ani nie podlegały zmianom antropogenicznym (przebudowy dróg w związku z rozwojem etc.) ani zmianom naturalnym (np. związanym ze zmianą biegu rzeki i niszczeniem dróg). Jako warstwę odniesienia zastosowano ortofotomapę (Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2022b) ponieważ posiada to samo źródło danych co mapy WIG, czyli zdjęcie topograficzne, z reguły z końca XIX wieku. Punktami, które najmniej podlegały przekształceniom były skrzyżowania dróg w lesie i we wsiach których układ drogowy się nie zmienił, tj. takie które można było odnaleźć jednocześnie na historycznej mapie topograficznej i na ortofotomapie współczesnej a układ drogowy/zabudowy historycznej potwierdzał, że jest to ten sam punkt.

**Tab. 3 Modele jednostek i wnętrz JARK-WAK w waloryzacji krajobrazu opracowane na podstawie (Bogdanowski, 2000)**

	Grupa	Stan zachowania Układu lub kompozycji	Stan zachowania Zabudowy tradycyjnej	Model, typ układu lub kompozycji
Model jednostek	Zabytkowa. Krajobraz harmonijny	w pełni czytelny	dobry i dość dobry	I. Historyczny jednorodny lub nawarstwiony
		czytelny	różny	II. Historyczny jednorodny lub nawarstwiony
	Współczesna	dobry	zaniedbany lub zdegradowany	III. Historyczny nawarstwiony
		dobry	dobry	IV. Współczesny jednorodny
	Mieszana. Krajobraz względnie harmonijny	czytelny na tle historycznego	dobry lub dość dobry	V. Dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym
	Krajobraz dysharmonijny	dawny słabo czytelny lub nieczytelny	dobry lub dość dobry	VI. Dominujący współczesny sprzeczny z dawnym

D. Charakteryzując kompozycję poszczególnych wnętrz, przeanalizowano ich cechy geometryczne takie jak:

- powierzchnia,
- długość osi północ - południe,
- długość osi wschód - zachód,
- długość ścian wyznaczających wnętrze.

E. Określono rodzaj wnętrz ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % udziału otwarć w długości ścian),
- wnętrza obiektywne (ściany pomiędzy 30 % – 60 % otwarć),
- wnętrza subiektywne (ściany odbierane subiektywnie – powyżej 60 % otwarć w ogólnej długości ścian).

F. Określono także:

- Rodzaj i tworzywo ścian,
- ukształtowanie i tworzywo podłogi,
- linie prowadzenia,
- dominanty, jeśli występowały,
- akcenty,

uznając te elementy za współkształtujące charakter każdego wnętrza.

## 4.6 Analizy statystyczne

W niniejszej rozprawie do oceny związków pomiędzy badanymi rodzajami zmiennych, tj. zmiennymi środowiskowymi, zmiennymi krajobrazowymi oraz zmiennymi, za które uznano także parametry populacyjne bociana zastosowano analizy statystyczne. Należy mieć jednak na uwadze iż w niniejszej rozprawie pracy skupiono się jedynie nad pewną, skończoną liczbą zmiennych podczas gdy których tematem. Pomimo iż badane w niniejszej pracy zmienne są zmiennymi środowiskowymi, obarczonymi pewnymi niepewnościami związanymi zarówno z pozyskaniem ich jak i samym stosowaniem modelu matematycznego do środowiskowych postanowiono w niniejszej pracy zastosować przede wszystkim metody statystyki parametrycznej gdyż dają one interpretowalne matematycznie wyniki. Jednakże, w obliczu braku mierzalnych związków stosowano również statystykę nieparametryczną (Krysicki, 1995). Przeprowadzono analizę korelacji parametrów oraz analizy trendów parametrów z uwzględnieniem modeli liniowych, uogólnionych (GLM). Analizy statystyczne prowadzono dla wszystkich 122 gniazd omawianych w niniejszej pracy.

### 4.6.1 Analiza korelacji

Do przeprowadzenia analizy korelacji zastosowano współczynnik korelacji liniowej Pearsona  $r_P$  oraz współczynnik korelacji Spearmana  $r_S$ . Współczynnik korelacji liniowej Pearsona jest współczynnikiem parametrycznym. Mając zbiory  $X$  i  $Y$  można określić jego wartość jako iloraz kowariancji  $\text{cov}(X, Y)$  oraz iloczynu odchyłeń standardowych  $\sigma_X$  oraz  $\sigma_Y$ , jak w równaniu (2), przy czym kowariancja to różnica średniego (wartości oczekiwanej) iloczynu odpowiadających elementów zbioru  $X$  oraz elementów zbioru  $Y$  (równanie (3)).

$$r_P(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \quad (2)$$

$$\text{cov}(X, Y) = E(XY) - E(X) \cdot E(Y) \quad (3)$$

W niniejszej pracy istotność statystyczną współczynnika korelacji liniowej określano wykorzystując transformację Fishera (Fisher, 1925) przedstawioną za pomocą równania (4). Zmienna  $z$  w równaniu (4) podlega rozkładowi szybko dążącemu do

normalnego przy wzroście rozmiaru próbki, i mającego błąd standardowy  $\frac{1}{\sqrt{n-3}}$ , gdzie  $n$  to rozmiar próbki który to błąd nie zależy od wartości  $r_P$ .

$$z = \operatorname{atanh} r \quad (4)$$

Kolejnym współczynnikiem korelacji użytym w pracy jest współczynnik korelacji rang Spearmana  $r_S$ . W swej istocie nie jest on obliczany w inny sposób jedynie wartości elementów ze zbiorów  $X$  i  $Y$  zostają w nim zastąpione poprzez rangi – numery indeksów w zbiorach  $X$ ,  $Y$  uporządkowanych porządkiem częściowym za pomocą relacji  $\leq$ . Oznaczając zbiory rang jako  $\operatorname{rank}(X)$  oraz  $\operatorname{rank}(Y)$  można zapisać, że:

$$r_S(X, Y) = r_P(\operatorname{rank}(X), \operatorname{rank}(Y)) \quad (5)$$

Można również zapisać ten współczynnik, na  $n$  obserwacji, przy wykorzystaniu różnicy rang  $d_i = \operatorname{rank}(x_i) - \operatorname{rank}(y_i)$  przy pomocy równania (6):

$$r_S(X, Y) = \frac{1 - 6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (6)$$

Istotność współczynnika korelacji Spearmana można określić z odpowiednich tabel (Gauthier, 2001) lub dla dużych próbek za pomocą przybliżenia na podstawie rozkładu  $t$ -Studenta z  $n - 2$  stopniami swobody licząc statystykę  $t$  zgodnie z równaniem (7) (Gauthier, 2001):

$$t = \frac{r_S \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r_S^2}} \quad (7)$$

Stosowanie współczynnika  $r_P$  niesie za sobą konieczność spełnienia pewnych warunków lub innymi słowy mówiąc, wnioskowanie z niego jest w pewnym stopniu ograniczone, jeśli warunki te nie są spełnione. Podstawowym założeniem, które powinno być spełnione, jest to, że dane w obu zbiorach posiadają rozkład normalny. Można sprawdzić to za pomocą testów Shapiro-Wilka (Krysicki, 1995; Shapiro & Wilk, 1965), Andersona-Darlinga (Anderson & Darling, 1952) lub Kołmogorowa-Smirnowa (Kolmogorov, 1933; Krysicki, 1995; Smirnov, 1948). Nakłada to dość mocne ograniczenia na istnienie w zbiorze  $X$  lub  $Y$  obserwacji odstających. Kolejnym założeniem jest istnienie zależności liniowej pomiędzy tymi zmiennymi. W sytuacji, jeśli poświęcimy parametryczność i przejdziemy do korelacji Spearmana  $r_S$  znika konieczność spełnienia powyższych warunków, ponieważ po zastąpieniu konkretnych wartości rangami, z definicji rangi spełniają one konkretny rozkład, rozkład jednorodny (stały) a wartości odstające są zamieniane na kolejne w skali porządkowej. Dodatkowo

współczynnik korelacji rang Spearmana daje dobre wyniki nie tylko dla zależności liniowych, ale dla wszystkich monotonicznych. Jego znak opisuje czy zależność jest rosnąca czy malejąca, ale nic nie mówi o istnieniu liniowości. Współczynnik korelacji  $r_S$  jest jedną z podstawowych odpornych metod statystycznych (robust statistics). Wszystkie obliczenia powyżej wspomnianych parametrów korelacji i towarzyszące im analizy przeprowadzono za pomocą pakietów SciPy (Virtanen i in., 2020), Pandas (The Pandas Development Team, 2023), NumPy (Harris i in., 2020) języka programowania Python (Rossum & Drake, 2010) oraz funkcji dostępnych w języku R (R Core Team, 2019).

#### 4.6.2 Uogólnione modele liniowe GLM

Najprostszą metodą opisu wpływu wielu zmiennych jest próba stworzenia modelu wieloliniowego, multimianowego, tzn. takiego w którym zmienną  $y$  można opisać za pomocą kombinacji liniowej  $m$  parametrów  $x_j$  zgodnie z równaniem (8), w którym  $a_j$  dla  $j \geq 1$  to współczynniki kombinacji liniowej a  $a_0$  to wyraz wolny.

$$y = [x_1 \quad x_2 \quad \cdots \quad x_m] \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{bmatrix} + a_0 = [1 \quad x_1 \quad x_2 \quad \cdots \quad x_m] \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{bmatrix} = X\vec{a} \quad (8)$$

To podejście wymaga spełnienia pewnych założeń, w szczególności, że zmienne  $x$  i  $y$  muszą podlegać rozkładowi normalnemu, lub w mniej rygorystycznym podejściu, że zmienność tych parametrów w obrębie całego zbioru danych jest dużo mniejsza niż wartość parametru. W szczególności, jeżeli np.  $y$  są tylko dodatnimi parametrami, takimi jak np. liczba młodych zdolnych do lotu, która może przyjmować wartości całkowite z przedziału od zera do kilku osobników, nie można zastosować w bezpośredni sposób tego modelu. Rozwiązaniem pozwalającym na stosowanie do takich zmiennych liniowego układu są uogólnione modele liniowe sformułowane po raz pierwszy w 1972 roku (Nelder & Wedderburn, 1972).

W modelach GLM, kombinacja liniowa parametrów  $X\vec{a}$  jest równa pewnej funkcji  $g(y)$ . Funkcja  $g(y)$  nazywana jest funkcją wiążącą, która jest dobrze określona na podstawie rozkładu zmiennej  $y$ . W ogólności można powiedzieć, że wartość oczekiwana parametru  $E(y)$  przy wystąpieniu wartości  $X$  zmiennych opisujących, jest opisana równaniem (9).

$$E(y) = g^{-1}(X\vec{a}) \quad (9)$$

Zmienne bocianie opisane wcześniej w niniejszej pracy, które w modelu oznaczone są jako  $y$ , reprezentują dwa, różne co do charakteru typy. Zmienne takie jak zajętość gniazda (Z), lęgi nieudane (BJ) i lęgi udane (BJM), są zmiennymi binarnymi, o wartościach fałsz i prawda  $\{0; 1\}$ . Oznacza to, że każda z tych zmiennych podlega rozkładowi zero-jedynkowemu. Odwrotna funkcja wiążąca  $g^{-1}$  wprowadza następującą relację między  $E(y)$  a  $X$ , opisaną równaniem (10).

$$E(y) = \frac{\exp(X\vec{a})}{1 + \exp(X\vec{a})} \quad (10)$$

Zmienna dotycząca liczby młodych zdolnych do lotu (IM) jest zmienną o wartościach całkowitych, nieujemnych, w związku z czym istnieje więcej możliwości odpowiadających rozkładów tej zmiennej. W pracy będą sprawdzane trzy rodzaje funkcji wiążących, odpowiadających czterem możliwym rozkładom zmiennej  $y$ . Pierwszą sprawdzaną będzie funkcja identycznościowa, odpowiadająca rozkładowi normalnemu zmiennej  $y$ . W tym szczególnym przypadku model GLM odpowiada zwykłemu modelowi wieloliniowemu, zgodnie z równaniem (11). Dla rozkładów wykładniczego i gamma odwrotność funkcji łączącej jest dana równaniem (12), dla czwartego badanego rozkładu, odwrotnego gaussowskiego równaniem (13).

$$E(y) = X\vec{a} \quad (11)$$

$$E(y) = -\frac{1}{X\vec{a}} \quad (12)$$

$$E(y) = \frac{1}{\sqrt{X\vec{a}}} \quad (13)$$

GLM używane w tej pracy będą uzyskiwane w następującej procedurze:

1. Dla zmiennej  $y$  będzie określany jej rozkład i odpowiadająca mu funkcja wiążąca  $g$
2. Określona zostanie kombinacja liniowa  $\xi = X\vec{a}$
3. Dopasowywane będą współczynniki tak aby zostało spełnione równanie  $E(y) = g^{-1}(\xi)$
4. Kombinacja liniowa zostanie zoptymalizowana pod względem liczby zmiennych opisujących  $\tilde{\xi} = \tilde{X}\vec{a}$

Krok 4. powyższej listy odpowiada określeniu, które zmienne mają wpływ na parametry populacyjne bociana. Poprzez algorytmy krokowe algorytmy wyboru zmiennych, uwzględniające zarówno redukcję ich liczby, jak i zwiększenie ich liczby zostaną

wyznaczone te parametry, których współczynniki wpływają na wartości  $y$ . Zostanie to wykonane za pomocą pakietu oprogramowania do obliczeń statystycznych R (R Core Team, 2019), w szczególności pakietu stats będącego podstawą częścią R (R Core Team, 2019) oraz pakietu My.stepwise (Company, 2017).

#### 4.6.3 Analiza statystyczna zmiennych krajobrazowych

Zmienne wspomniane w rozdziale 4.5 powstałe w wyniku przeprowadzenia analiz krajobrazowych, tj. kompozycji wnętrza są zmiennymi kategorycznymi. Celem określenia czy wartość zmiennych krajobrazowych ma wpływ na średnią wartość poszczególnych zmiennych, jakimi są parametry populacyjne bociana można wykonać analizę wariancji (ANOVA), zwłaszcza że parametry bocianie są wyrażone w skali absolutnej. ANOVA jest parametrycznym testem sprawdzającym różnicę między średnimi w różnych grupach w zależności i od niezależnej zmiennej kategorycznej. Hipotezą zerową  $H_0$  jest brak różnic pomiędzy wartościami średnimi w zależności od zmiennej kategorycznej a hipoteza alternatywna  $H_1$  brzmi, że co najmniej w jednej grupie wartość średnia różni się znacząco statystycznie od wartości średniej w innych grupach. Statystyka obliczona która porównuje sumę kwadratów odchyłeń między grupami i wewnątrz grup podlega rozkładowi  $F$  Snedcora o odpowiedniej liczbie stopni swobody (Krysicki, 1995). Założeniem testu pozwalającym na przeprowadzenie go bez dodatkowych analiz jest to, że dane są:

1. niezależne,
2. normalne,
3. homoskedastyczne.

Dla analizowanych zmiennych populacyjnych bociana warunek 1 jest spełniony a priori, jednakże warunki 2 i 3 nie muszą być spełnione co może poddawać w wątpliwość przeprowadzenie analizy parametrycznej i sugerować przeprowadzenie testu nieparametrycznego. Test zgodności  $\chi^2$  (Krysicki, 1995) jest testem nieparametrycznym pozwalającym na przeprowadzenie wnioskowania statystycznego czy dwie zmienne nieparametryczne,  $x$  i  $y$ , są ze sobą związane czy nie, przy braku wspomnianych powyżej założeń dla testu ANOVA. Często, lecz nie zawsze, wskazywane jest, że wielkość najmniejszej z podgrup stworzonych na podstawie wartości kategorii  $x$  i  $y$  wynosi co najmniej 5. Hipoteza zerowa  $H_0$  tego testu brzmi, iż dwie analizowane zmienne,  $x$  i  $y$ , nie są związane, czyli że udział poszczególnych kategorii wartości  $x$  jest niezależny od



kategorii  $y$ . Hipoteza alternatywna  $H_1$  głosi, że zmienne są związane, tzn., że udziały kategorii  $x$  są inne w zależności od kategorii  $y$ . Statystykę testu oblicza się na podstawie porównania wartości oczekiwanych i obserwowanych (Krysicki, 1995) i porównuje się wartość uzyskanej statystyki z tabelą wartości krytycznych w zależności od liczby kategorii zmiennych  $x$  i  $y$ .

W wyniku braku dostatecznego poziomu ufności spełnienia warunków początkowych testów może się okazać, że wnioskowanie z tych testów jest ograniczone, jednakże należy mieć na uwadze, iż zgodnie z przeprowadzonymi badaniami drobne odstępstwa od założeń dla testów parametrycznych nie powodują, że ich wyniki są mniej miarodajne. Przeciwnie, test parametryczny może być lepszy niż nieparametryczny, (Glass i in., 1972; Harwell i in., 1992; Lix i in., 1996). Wobec spełnienia warunków testu  $\chi^2$  i możliwego niespełnienia testu ANOVA postanowiono przeprowadzić obie analizy jednocześnie podając jako wyniki dla każdego z testów wartość  $p$ . Do porównania brano pod uwagę te parametry krajobrazowe które były określone w więcej niż jednym wnętrzu.

## 5 Wyniki

### 5.1 Parametry środowiskowe a bocian biały

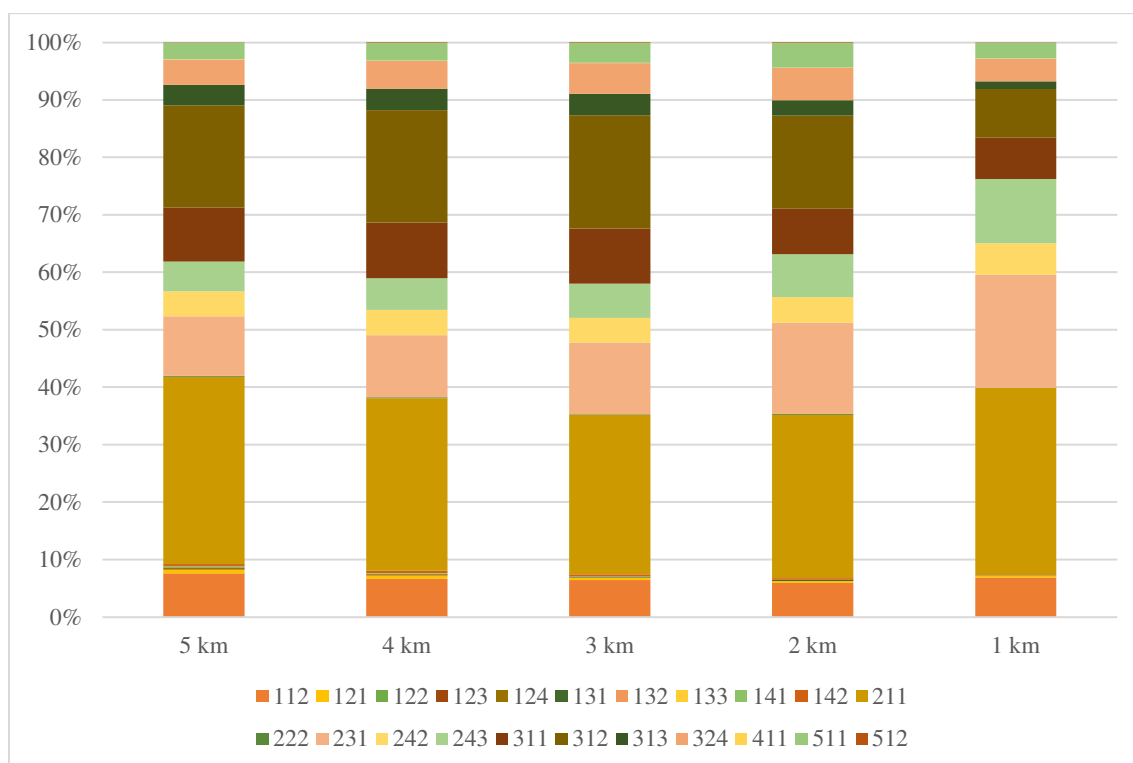
#### 5.1.1 Analiza pokrycia terenu

Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu zmieniał się wraz z odległościami od gniazd bociana białego (Rys. 13). W 2006 roku dominujące były grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 211 zgodnie z Tab. 2)<sup>1</sup>, których procentowy udział w badanym terenie wynosił około 30% i nie był zależny od odległości od gniazda. Kolejnym istotnym pokryciem terenu były łąki i pastwiska (231), których odsetek rósł w miarę zmniejszania się w powierzchni badawczej z 10,5 % do prawie 20 %. Następnym istotnym elementem w odległości od 5 km do 3 km promienia od gniazda było występowanie lasu iglastego (312) na poziomie 19 %. Wartość ta spada do 8,5 % przy najmniejszych długościach promienia 2 km i 1 km. Podobnie z odsetkiem lasów liściastych (311), których udział zmniejszył się z 9,5 % do 7 %. Oscylującą na poziomie 6,5 % obecnością, niezależną od odległości, wykazała się zabudowa miejska luźna (112). Podobnie w przypadku złożonych systemów upraw i działek (242) na poziomie 4,5 % oraz lasami i roślinnością w stanie zmian (324) z pięcioprocentowym udziałem. Odsetek terenów zajętych głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243) zwiększał się wraz z malejącą odległością od gniazd bociana białego z 5 % do 11 %. Udział pozostałych poszczególnych form pokrycia terenu nie przekraczał 5 %.

Również występowanie poszczególnych kategorii pokrycia terenu zmienia się wraz z odległością od gniazd bociana białego. Porty (123) i place budowy (133) pojawiają się tylko w dwóch największych powierzchniach badawczych. W powierzchniach wyznaczonych 1 i 2 km okręgami nie występują lotniska (124), zwałowiska i hałdy (132) oraz miejskie tereny zielone (141). Najbliżej gniazd nie pojawiają się również sady i plantacje (222).

---

<sup>1</sup> W następujących rozdziałach gdziekolwiek będzie pojawiać się kod pokrycia terenu będzie się odnosił on do z Tab. 2, trzycyfrowy do rzędu III, dwucyfrowy do rzędu II i jednocyfrowy do rzędu I.

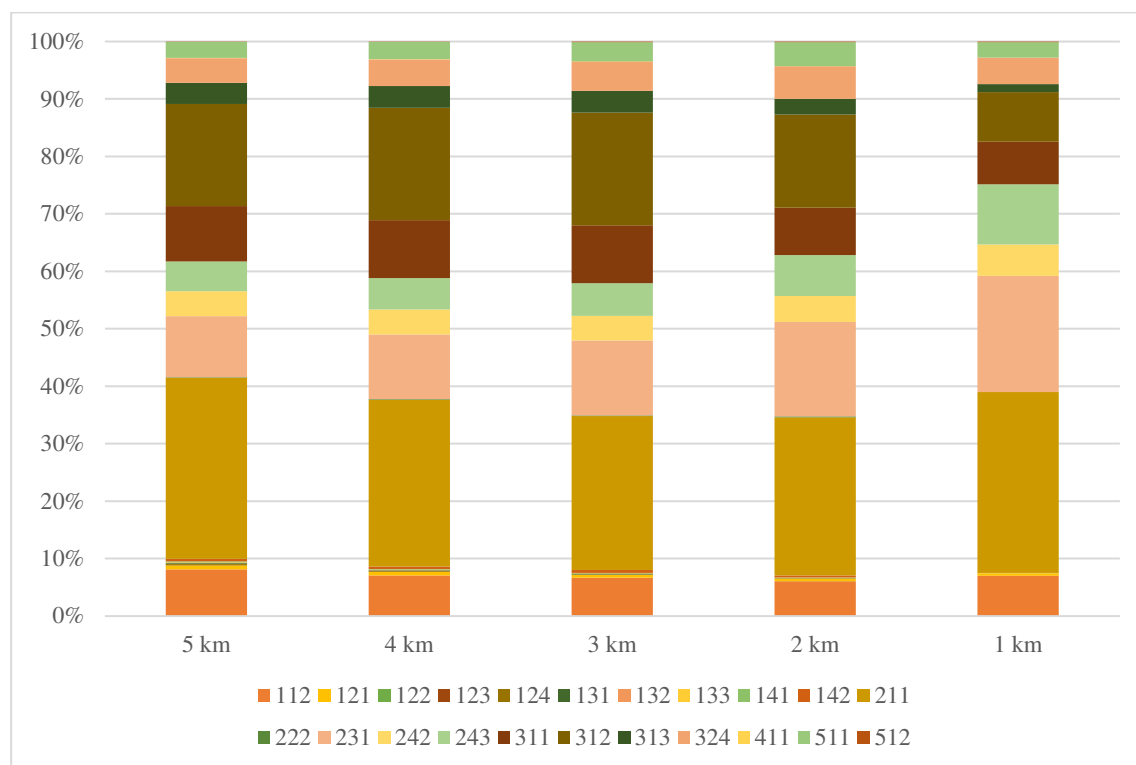


**Rys. 13** Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2006 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4)

W 2012 r. grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211) miały największy udział w pokryciu na obszarze badawczym, wynoszący 29 % (Rys. 14), niezależnie od rozmiaru analizowanego bufora. Tak jak i w roku 2006, istotnym pokryciem terenu były łąki i pastwiska (231). Ich odsetek rósł w miarę zmniejszania się powierzchni badawczej z 10,5 do 20 %. Odsetek lasów iglastych (312) w promieniach 5, 4 i 3 km od gniazd utrzymywał się na poziomie 19 %. Następnie zaczął spadać wraz ze zbliżaniem się do gniazda by osiągnąć 8,5 % w najbliższym otoczeniu gniazda. Wraz ze zmniejszaniem się powierzchni badawczej malał również udział lasów liściastych (311) z 10 % do 7,5 %. Na stałym poziomie 7 %, niezależnym od odległości od gniazda utrzymywała się zabudowa miejska luźna (112). Odsetek złożonych systemów upraw i działek (242) oraz lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian (324), tak jak w roku 2006, wynosił kolejno 4,5 i 5 %. Wraz ze zmniejszaniem powierzchni badawczej, z 5 do 10,5 % zwiększał się udział terenów zajętych głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243). Pozostałe kategorie użytkowania gruntów miały niewielki udział w pokryciu powierzchni badawczej, wynoszący poniżej 5 %.

Występowanie poszczególnych rodzajów pokrycia w 2012 r. jest zmienna w zależności od odległości od gniazd bociana białego. Tereny komunikacyjne oraz tereny związane z komunikacją drogową i kolejową (122), wcześniej nieobecne a także porty

(123) pojawiają się jedynie przy 5-tym i 4-tym kilometrze promienia. W dwóch najmniejszych powierzchniach badawczych nie występują lotniska (124), zwałowiska i hałdy (132) oraz miejskie tereny zielone (141). W najbliższym otoczeniu gniazd, czyli w odległości do 1 km, nie znajdują się sady i plantacje (222) oraz bagna śródlądowe (411).

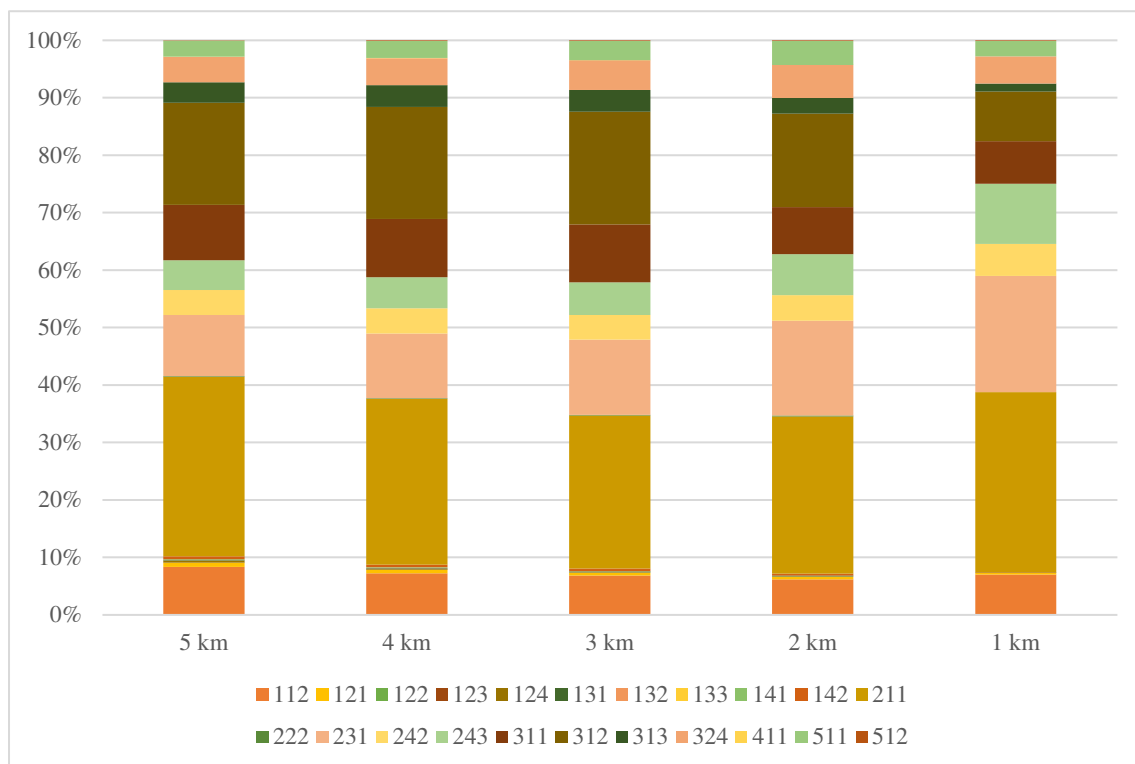


**Rys. 14** Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2012 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4)

Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu na obszarze badawczym, według CORINE Land Cover, w 2018 roku był podobny do lat wcześniejszych (Rys. 15). Dominującym elementem na poziomie 29 % były grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211) również i tym razem ta kategoria pokrycia terenu dominowała niezależnie od odległości od gniazd bociana białego. Natomiast łąki i pastwiska (231) były istotnym komponentem, którego odsetek zwiększał się z 10,5 do 20 %, wraz ze zmniejszaniem się powierzchni badawczej. Udział lasów iglastych (312), jak w latach poprzednich, utrzymywał się w okolicy 19 % w promieniach od 5 do 3 km, lecz zmniejszał się do 8,5 % w najbliższym otoczeniu gniazd. Podobnie dla kategorii lasy liściaste (311) odnotowano spadek z 10 do 7,5 %. Udział terenów zabudowy miejskiej luźnej (112) pozostał na stałym poziomie oscylującym w granicach 7 %. Nie zmienił się 5-procentowy udział lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian (324), tak jak i złożonych systemów upraw i działek (242) (4,5 %). Analogicznie, jak

we wcześniejszych okresach badawczych, wraz ze zbliżaniem się do gniazd wzrósł z 5 % do 10,5 % odsetek terenów zajętych głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243). Pozostałe kategorie pokrycia terenu miały bardzo mały udział, mniejszy niż 5 % na całym obszarze badawczym.

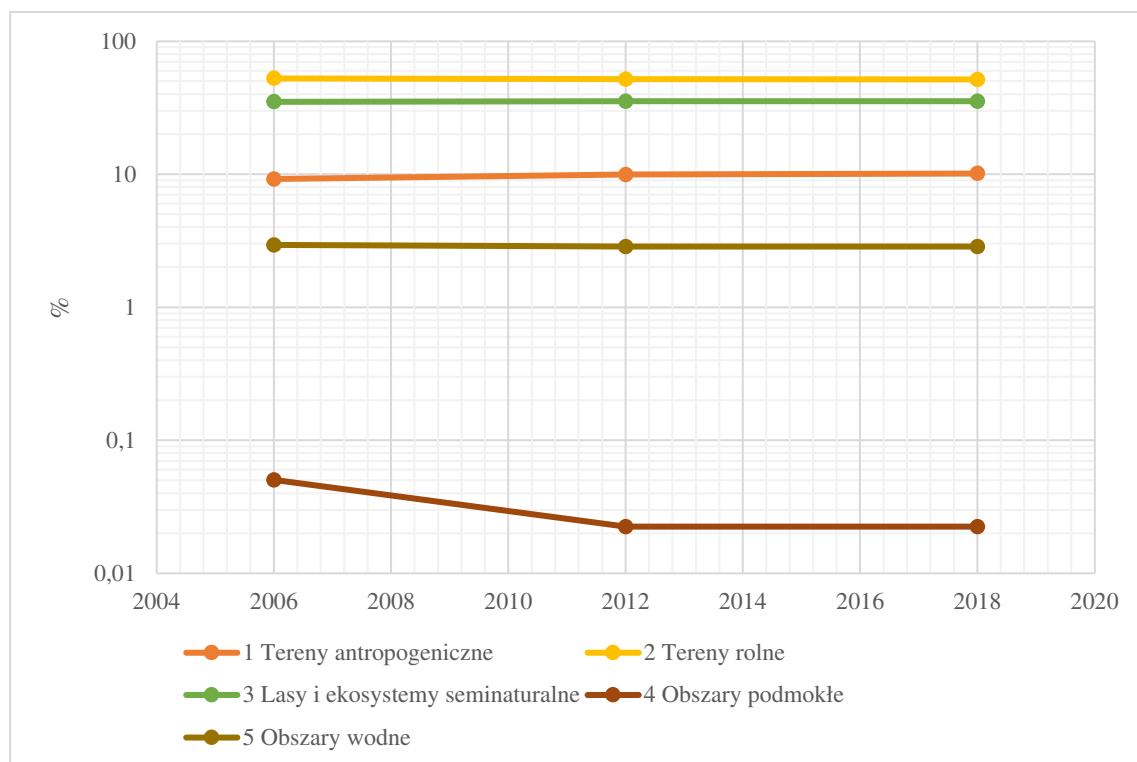
Inaczej niż we wcześniejszych okresach na badanym obszarze w 2018 roku nie występują budowy (133). Natomiast w dwóch największych obszarach badawczych pojawiają się tereny komunikacyjne oraz tereny związane z komunikacją drogową i kolejową (122), a także porty (123). Przy powierzchniach badawczych wyznaczonych okręgami o promieniach 1 i 2 km nie występują lotniska (124), zwałowiska i hałdy (132) oraz miejskie tereny zielone (141), tak jak w roku 2006 i 2012. W najmniejszej powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km, ponownie nie występują sady i plantacje (222) oraz bagna śródlądowe (411).



**Rys. 15** Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2018 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4).

Zmiany procentowego udziału poszczególnych kategorii pokrycia terenu na maksymalnym obszarze badawczym wyznaczonym przez 5- kilometrowe okręgi wokół gniazd bociana białego, w latach 2006 – 2018 są najlepiej widoczne na mapie I rzędu dokładności CORINE Land Cover (Rys. 16). Dominującym pokryciem terenu, były tereny rolne (2), które zajmowały ponad 52,5% powierzchni. Jednocześnie to ich zakres uległ największemu spadkowi w badanym przedziale czasu, bo o jeden punkt

procentowy. Kolejną ważną kategorią pokrycia terenu były lasy i ekosystemy seminaturalne (3), które zajęły ponad 35 % powierzchni. Należy zaznaczyć, że ich powierzchnia nieznacznie wzrosła na przestrzeni lat o około 0,2 punktu procentowego. Natomiast najbardziej znaczący wzrost wystąpił w kategorii tereny antropogeniczne (1) z 9,2 do 10,2 % udziału w pokryciu terenu. Powierzchnia zajęta przez obszary wodne (5) nie uległa zmianom na przestrzeni lat i zajmowała niecałe 3 % obszaru. Udział obszarów podmokłych na badanym obszarze był znikomy i oscylował wokół kilku setnych procenta.



**Rys. 16** Zmiany procentowego udziału poszczególnych kategorii pokrycia terenu według i rzędu CORINE Land Cover w latach 2006 – 2018 dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4).

### 5.1.2 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu, a parametrami opisującymi bociana białego

Zmiany dotyczące pokrycia terenu na obszarze badanym, we wszystkich trzech rzędach dokładności CORINE Land Cover (CLC), zostały skorelowane z parametrami opisującymi populację bociana białego w latach 2006 – 2018, osobno uśrednione dla okresu 2006-2011 względem pokrycia CLC w roku 2012 oraz osobno dla okresu 2012-2017 względem pokrycia CLC w roku 2018. Przebadane zależności poszczególnych kategorii użytkowania oraz ich wpływ w zależności od dystansu od gniazd, wskazały istotne statystycznie korelacje pomiędzy rodzajami pokrycia a wszystkimi czterema

parametrami opisującymi stan populacji bociana, jak również trendy. Wykazano również, że siła korelacji zależała od dystansu od gniazd, z reguły w sposób monotoniczny z odległością (rosnący lub malejący).

### 5.1.2.1 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu, a zajętością gniazda bociana białego

Silne korelacje pomiędzy zajętością gniazda a poszczególnymi rodzajami pokrycia terenu zaobserwowano już w pierwszym rzędzie podziału CORINE Land Cover (Tab. 4). W pierwszej połowie okresu badawczego widać jedynie trendy, pozytywne w przypadku terenów rolnych (2) i negatywne z lasami i ekosystemami seminaturalnymi (3). W drugiej połowie okresu badawczego zauważalne są istotne korelacje z terenami antropogenicznymi (1), rolnymi (2) oraz lasami i ekosystemami seminaturalnymi (3). Im dalej od gniazd bociana białego, tym istotniejszy statystycznie jest negatywny wpływ terenów antropogenicznych (1) na zajętość gniazda. W najbliższym otoczeniu gniazd, czyli w promieniu 1 km od gniazd, najsilniejszy pozytywny wpływ ma występowanie terenów rolnych (2), który maleje wraz ze zwiększaniem się dystansu. W odległości 1 i 2 km wokół gniazd na zajętość negatywnie wpływa występowanie lasów i systemów seminaturalnych (3).

Tab. 4 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4) a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelację dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC I	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
1	-0,031	-0,050	-0,022	-0,021	-0,033	-0,028	-0,197*	-0,225*	-0,297***	-0,313***
2	0,169 <sup>tr</sup>	0,098	0,084	0,114	0,157 <sup>tr</sup>	0,315***	0,272**	0,201*	0,157 <sup>tr</sup>	0,114
3	-0,177 <sup>tr</sup>	-0,116	-0,097	-0,121	-0,155 <sup>tr</sup>	-0,309***	-0,212*	-0,14	-0,066	-0,001
4		0,060	0,081	0,101	0,127		0,074	0,045	-0,052	-0,037
5	0,086	0,112	0,091	0,086	0,079	0,028	0,060	0,100	0,108	0,106

Korelacje z pokryciem terenu wg danych drugiego rzędu dokładności CORINE Land Cover pokazują w wyższym stopniu, które kategorie pokrycia terenu wpływają na zajętość gniazd bociana białego na terenie Puszczy Kampinoskiej (Tab. 5). Niewielki negatywny wpływ w najbliższym otoczeniu gniazd tj. najmniejszej powierzchni badawczej, wykazuje obecność miejskich terenów zieleni i wypoczynkowych (14) w pierwszym okresie. W drugim okresie obserwacji ich negatywne oddziaływanie rośnie wraz ze wzrostem odległości od gniazd. W latach 2006 – 2012 na zajętość gniazd ujemnie

wpływają zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej (32). W najbliższym otoczeniu gniazd, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniach 1 i 2 km, silny negatywny wpływ wywierają lasy (31). W odległości od 2 do 4 km pozytywnie oddziałują obszary upraw mieszanych (24). Im więcej gruntów ornych (21) w najbliższym otoczeniu gniazd, czyli w odległości do 2 km, tym większa szansa na ich zajętość. Wraz ze wzrostem odległości zwiększa się negatywna korelacja zajętości gniazd z zabudową miejską (11). Niezależnie od dystansu negatywny wpływ na zajętość gniazd bociana białego wywierają tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne (12).

**Tab. 5** Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, **zielony** oznacza korelacje dodatnie, **pomarańczowy** – ujemne.

CLC II	2006-2012					2012-2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
11	-0,043	-0,057	-0,022	-0,02	-0,019	0,017	-0,139	-0,180*	-0,273**	-0,304***
12	0,051	0,018	0,021	0,004	-0,073	-0,251**	-0,336***	-0,331***	-0,313***	-0,324***
13	0,070	-0,029	-0,105	-0,106	-0,104	-0,028	-0,015	-0,004	-0,034	-0,043
14	-0,184*	-0,035	0,011	-0,001	-0,020	-0,109	-0,229*	-0,191*	-0,273**	-0,265**
21	0,097	0,104	0,100	0,094	0,112	0,245**	0,235**	0,159 <sup>tr</sup>	0,105	0,074
22		0,052	0,019	0,016	0,039		0,047	-0,022	-0,007	0,001
23	0,038	-0,065	-0,078	-0,029	0,022	-0,075	-0,055	-0,044	-0,034	-0,021
24	0,038	0,083	0,083	0,115	0,138	0,144	0,178*	0,198*	0,201*	0,153 <sup>tr</sup>
31	-0,148	-0,070	-0,060	-0,095	-0,127	-0,338***	-0,240**	-0,144	-0,061	0,010
32	-0,120	-0,180*	-0,181*	-0,179*	-0,217*	-0,043	-0,024	-0,048	-0,055	-0,052
41		0,060	0,081	0,101	0,127		0,074	0,045	-0,052	-0,037
51	0,086	0,112	0,091	0,086	0,079	0,028	0,060	0,100	0,108	0,106

Najbardziej szczegółowe korelacje wykazano z pokryciem terenu w III rzędzie dokładności CORINE Land Cover (Tab. 6). W pierwszym okresie nastąpił niewielki negatywny wpływ terenów sportowych i wypoczynkowych (142) w najbliższym otoczeniu gniazd, czyli na powierzchni badawczej wyznaczonej przez okręgi o promieniu 1 km. Podobny trend jest widoczny w przypadku lasów iglastych (312). Poza jednokilometrowym dystansem negatywnie z zajętością gniazd korelują lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian (324). W drugiej części okresu badawczego dokładniej widać, że pozytywnie na zajętość gniazd oddziałują tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243). Im bliżej gniazd, tym większe znaczenie na ich zajętość ma występowanie gruntów ornych poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211). Wraz ze zwiększaniem się odległości, powyżej 2 km od gniazd, zwiększał się negatywny wpływ zabudowy miejskiej luźnej (112). Stały, silny negatywny wpływ wykazują tereny przemysłowe lub handlowe (121). Przy dużym dystansie



od gniazda, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 4 i 5 km, negatywnie oddziałują również tereny komunikacyjne oraz tereny związane z komunikacją drogową i kolejową (122). Podobnie rzecz ma się z lotniskami (124) już przy dystansie od 3 km. Istotnie negatywnie na zajętość gniazd wpływało występowanie zwałowisk i hałd (132) położonych w promieniu do 5 km. Przy 4 i 5 km negatywnie oddziałują tereny zieleni (141). Wraz ze wzrostem dystansu od gniazd rośnie ujemny wpływ, na zajętość gniazd bocian białego, terenów sportowych i wypoczynkowych (142). Im większy udział lasów iglastych (312) w najbliższym otoczeniu gniazd, tj. na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniach 1 i 2 km, tym mniejsza szansa na ich zajętość. Przy 2 i 3 km niewielką negatywną rolę mają lasy mieszane (313). Zaskakujący jest widoczny negatywny trend pomiędzy występowaniem zbiorników wodnych (512) a zajętością gniazd przez bociana białego.

**Tab. 6 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.**

CLC III	2006-2012					2012-2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
112	-0,043	-0,057	-0,022	-0,02	-0,019	0,017	-0,139	-0,180*	-0,273**	-0,304***
121	0,051	0,018	0,019	0,02	-0,046	-0,251**	-0,336***	-0,339***	-0,282**	-0,308***
122				-0,038	-0,039				-0,231*	-0,235**
123				-0,126	-0,088				0,032	0,033
124			0,027	-0,026	-0,104			-0,240**	-0,328***	-0,314***
131	0,060	-0,028	-0,088	-0,099	-0,080	-0,028	-0,015	-0,003	-0,013	-0,002
132			0,060	0,060	-0,024			-0,129	-0,129	-0,252**
133	0,060	-0,010	-0,055	-0,057	-0,086					
141			0,057	0,013	0,045			-0,124	-0,264**	-0,262**
142	0,184*	-0,035	0,003	-0,006	-0,047	-0,109	-0,229*	-0,190*	-0,257**	-0,250**
211	0,097	0,104	0,100	0,094	0,112	0,245**	0,235**	0,159 <sup>tr</sup>	0,105	0,074
222		0,052	0,019	0,016	0,039		0,047	-0,022	-0,007	0,001
231	0,038	-0,065	-0,078	-0,029	0,022	-0,075	-0,055	-0,044	-0,034	-0,021
242	0,048	0,027	0,022	0,016	0,052	-0,041	0,057	0,089	0,073	0,057
243	0,013	0,084	0,092	0,142	0,157 <sup>tr</sup>	0,179*	0,180*	0,202*	0,225*	0,176 <sup>tr</sup>
311	-0,103	-0,070	-0,063	-0,059	-0,047	-0,149	-0,120	-0,070	-0,019	0,020
312	-0,152 <sup>tr</sup>	-0,044	-0,031	-0,072	-0,146	-0,326***	-0,189*	-0,113	-0,054	0,003
313	0,116	-0,027	-0,068	-0,133	-0,080	-0,093	-0,195*	-0,16 <sup>tr</sup>	-0,096	0,002
324	-0,120	-0,180*	-0,181*	-0,179*	-0,217*	-0,043	-0,024	-0,048	-0,055	-0,052
411		0,060	0,081	0,101	0,127		0,074	0,045	-0,052	-0,037
511	0,078	0,106	0,087	0,082	0,074	0,026	0,064	0,108	0,110	0,107
512	0,079	0,110	0,095	0,127	0,131	0,027	-0,074	-0,165 <sup>tr</sup>	-0,050	-0,038

### 5.1.2.2 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu a nieudanymi łągami bociana białego

Kategorie pokrycia terenu wokół gniazd w niskim stopniu korelują z nieudanymi łągami bociana białego, zwłaszcza w I rzędzie dokładności CORINE Land Cover (Tab. 7). Zaznaczył się trend ujemny z terenami antropogenicznymi (1) w odległości 1 km od gniazd oraz dodatnia korelacja z udziałem lasów i ekosystemów seminaturalnych (3).

Tab. 7 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a łągami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC I	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
1	-0,088	-0,068	-0,078	-0,070	-0,060	-0.168 <sup>tr</sup>	-0,131	-0,143	-0,143	-0,148
2	0,097	0,072	0,065	0,051	0,047	-0,097	-0,096	-0,064	-0,030	0,003
3	-0,032	-0,011	-0,004	0,004	0,009	0.181*	0,146	0,106	0,078	0,055
4		-0,046	-0,062	0,027	0,007		-0,005	-0,032	-0,071	0,036
5	-0,070	-0,093	-0,107	-0,109	-0,132	0,002	-0,001	0,005	0,010	0,019

II rząd dokładności CLC ujawnia silne korelacje w pierwszej części okresu badawczego (Tab. 8). Im bliżej gniazda występują uprawy trwałe (22), tym większy wpływ mają na nieudane łągi. W drugiej części okresu badawczego występują jedynie trendy. Obecność lasów (31) w najbliższym otoczeniu gniazd, czyli w odległości do 1 km, wpływa na zwiększenie liczby nieudanych łągów. Natomiast pojawienie się zabudowy miejskiej (11) ma znamiona wpływu na zwiększenie szans na udane łągi.

Tab. 8 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a łągami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC II	2006 – 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
11	-0,092	-0,067	-0,085	-0,081	-0,068	-0.163 <sup>tr</sup>	-0,126	-0,146	-0,146	-0.153 <sup>tr</sup>
12	-0,009	-0,068	-0,017	-0,027	-0,039	-0,089	-0,128	-0,116	-0,123	-0,137
13	0,016	-0,041	-0,078	-0,001	0,023	0,109	0,101	0,082	0,078	0,047
14	-0,046	0,056	0,005	-0,023	-0,035	-0,062	-0,119	-0,089	-0,114	-0,104
21	0,019	0,075	0,114	0,104	0,084	-0,132	-0,054	-0,042	-0,003	0,011
22		0.359***	0.247**	0.212*	0.179*		-0,011	0,115	0,069	0,106
23	0,100	0,043	0,006	-0,001	-0,017	-0,048	-0,078	-0,086	-0,073	-0,030
24	-0,011	-0,06	-0,086	-0,089	-0,049	0,135	0,002	0,028	0,006	0,009
31	-0,028	-0,044	-0,033	-0,008	0,004	0.155 <sup>tr</sup>	0.166 <sup>tr</sup>	0,139	0,103	0,063
32	-0,020	0,082	0,107	0,055	0,030	0,113	0,015	-0,070	-0,075	-0,012
41		-0,046	-0,062	0,027	0,007		-0,005	-0,032	-0,071	0,036
51	-0,070	-0,093	-0,107	-0,109	-0,132	0,002	-0,001	0,005	0,010	0,019

III rząd kategorii pokrycia terenu według CLC pokazuje (Tab. 9), że najsilniej, w latach 2006-2012, na ilość łągów nieudanych wpływała obecność sadów i plantacji (222). Ich oddziaływanie rosło wraz ze zmniejszaniem się dystansu od gniazd. Druga część okresu badawczego to głównie trendy. Tak jak przy drugim rzędzie dokładności danych o pokryciu, obserwowany jest pozytywny trend oddziaływania zabudowy miejskiej luźnej (112) na zmniejszenie liczby łągów nieudanych. Natomiast na zwiększenie tej liczby wpływa występowanie złożonych systemów upraw i działek (242) w najbliższym otoczeniu gniazda ( $p < 0,05$ ), czyli w powierzchni badawczej do 1 km. Dodatni trend na zwiększenie liczby łągów nieudanych wykazuje również obecność lasów iglastych (312) w odległości 2 i 3 km od gniazd.

**Tab. 9** Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a łągami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, **zielony** oznacza korelację dodatnią, **pomarańczowy** – ujemne.

CLC III	2006 – 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
112	-0,092	-0,067	-0,085	-0,081	-0,068	-0.163 <sup>tr</sup>	-0,126	-0,146	-0,146	-0.153 <sup>tr</sup>
121	-0,009	-0,068	-0,023	-0,025	-0,029	-0,089	-0,128	-0,118	-0,121	-0,145
122				-0,046	-0,047				-0,062	-0,063
123				-0,063	-0,065				-0,048	-0,039
124			0,010	-0,022	-0,044			-0,089	-0,106	-0,099
131	-0,046	-0,061	-0,065	-0,034	0,044	0,109	0,101	0,082	0,090	0,062
132			0,038	0,038	-0,002			-0,062	-0,062	-0,088
133	0,024	0,020	-0,042	0,035	-0,022					
141			0,064	0,021	0,008			-0,039	-0,081	-0,043
142	-0,046	0,056	-0,005	-0,037	-0,052	-0,062	-0,119	-0,091	-0,116	-0,122
211	0,019	0,075	0,114	0,104	0,084	-0,132	-0,054	-0,042	-0,003	0,011
222		0.359***	0.247**	0.212*	0.179*		-0,011	0,115	0,069	0,106
231	0,100	0,043	0,006	-0,001	-0,017	-0,048	-0,078	-0,086	-0,073	-0,030
242	-0,070	-0,083	-0,032	-0,064	-0,045	0.231*	0,054	-0,04	-0,065	-0,034
243	0,030	-0,031	-0,091	-0,085	-0,041	0,008	-0,023	0,049	0,04	0,031
311	-0,061	-0,095	-0,072	-0,028	-0,011	0,103	0,070	0,083	0,094	0,064
312	-0,002	0,021	0,011	0,015	0,014	0,119	0.176 <sup>tr</sup>	0.161 <sup>tr</sup>	0,121	0,074
313	0,060	-0,107	-0,080	-0,046	-0,004	0,034	-0,022	-0,082	-0,096	-0,067
324	-0,020	0,082	0,107	0,055	0,030	0,113	0,015	-0,07	-0,075	-0,012
411		-0,046	-0,062	0,027	0,007		-0,005	-0,032	-0,071	0,036
511	-0,064	-0,090	-0,108	-0,110	-0,132	0,005	0,005	0,005	0,010	0,020
512	-0,060	-0,045	0,026	0,019	0,005	-0,028	-0,108	-0,013	-0,006	-0,022

### 5.1.2.3 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu a łągami udanymi bociana białego

Inaczej niż w przypadku łągów nieudanych, w drugiej połowie okresu badawczego z łągami udanymi obserwowane są silne korelacje, zwłaszcza dla danych

o pokryciu terenu I-go rzędu dokładności według CLC (Tab. 10). W najbliższym otoczeniu gniazd, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 1 i 2 km, na liczbę lęgów udanych pozytywnie wpływają grunty orne (2), a negatywnie lasy i ekosystemy seminaturalne (3). W obydwu przypadkach ich rola zmniejsza się wraz ze wzrostem odległości a rośnie rola negatywnego oddziaływania terenów antropogenicznych (1) na udane lęgi bociana białego.

**Tab. 10** Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC I	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
1	0,031	-0,036	-0,047	-0,054	-0,052	0,017	-0,152 <sup>tr</sup>	-0,155 <sup>tr</sup>	-0,206*	-0,213*
2	0,076	0,083	0,045	0,053	0,071	0,319***	0,252**	0,170 <sup>tr</sup>	0,129	0,100
3	-0,119	-0,09	-0,054	-0,055	-0,073	-0,316***	-0,197*	-0,124	-0,064	-0,023
4		0,038	-0,009	-0,076	0,026		0,066	0,047	-0,029	-0,034
5	0,093	0,066	0,098	0,104	0,116	-0,039	0,021	0,060	0,071	0,076

Dokładniej wpływ poszczególnych kategorii pokrycia terenu na lęgi udane bociana białego obrazują korelacje z danymi II rzędu CLC (Tab. 11). W najbliższym otoczeniu gniazd, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 1 i 2 km, występowanie gruntów ornich (21) pozytywnie wpływa na liczbę lęgów udanych. Zauważalny jest też dodatni trend zależności z obszarami upraw mieszanych (24) na 4-kilometrowej powierzchni badawczej. Natomiast występowanie lasów (31) w odległości do 2 km od gniazd ma istotne ujemne skutki na powodzenie lęgów. Niezależnie od dystansu występuje ujemna korelacja z terenami przemysłowymi, handlowymi i komunikacyjnymi (12). Negatywny wpływ na lęgi udane, przy największym dystansie od gniazd, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 4 i 5 km, ma także zabudowa miejska (11) oraz miejskie tereny zieleni i wypoczynkowe (14).

**Tab. 11** Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC II	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
11	0,023	-0,034	-0,047	-0,061	-0,045	0,051	-0,109	-0,123	-0,188*	-0,203*
12	0,034	-0,01	-0,023	-0,026	-0,079	-0,168 <sup>tr</sup>	-0,231*	-0,229*	-0,217*	-0,229*
13	0,088	-0,019	-0,048	-0,063	-0,089	-0,075	-0,080	-0,074	-0,102	-0,090
14	-0,141	-0,047	-0,011	0,006	-0,011	-0,075	-0,143	-0,093	-0,168 <sup>tr</sup>	-0,182*

CLC II	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
21	0,014	0,021	0,01	0,013	0,028	0.257**	0.216*	0,144	0,079	0,056
22		-0,138	-0,087	-0,086	-0,063		0,040	-0,044	-0,035	-0,048
23	0,014	0,018	-0,009	0,003	0,040	-0,016	-0,024	-0,026	-0,011	0,007
24	0,068	0,105	0,093	0,099	0,083	0,059	0,138	0,138	0.163 <sup>tr</sup>	0,131
31	-0,092	-0,059	-0,035	-0,041	-0,054	-0.350***	-0.219*	-0,128	-0,055	-0,006
32	-0,096	-0,127	-0,096	-0,093	-0,129	-0,036	-0,032	-0,042	-0,067	-0,094
41		0,038	-0,009	-0,076	0,026		0,066	0,047	-0,029	-0,034
51	0,093	0,066	0,098	0,104	0,116	-0,039	0,021	0,060	0,071	0,076

III rząd dokładności danych według CORINE Land Cover podkreśla rolę poszczególnych typów pokrycia terenu dla powodzenia lęgów bociana białego (Tab. 12). Do 2 km od gniazd silny dodatni wpływ wykazują grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211). Widoczny jest pozytywny trend wpływu terenów zajęty głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243) w odległości 4 km od gniazd. Zarysował się negatywny trend oddziaływania na udatność lęgów terenów komunikacyjnych oraz terenów związanymi z komunikacją drogową i kolejową (122), zwałowisk i hałd (132) a także terenów sportowych i wypoczynkowych (142), położonych w odległości 4 km i 5 km od gniazd. Przy tej odległości negatywne skutki dla lęgów wywołuje również występowanie zabudowy miejskiej luźnej (112) i terenów zieleni (141). Wraz ze wzrostem odległości od gniazd rośnie negatywna rola lotnisk (124). Stale ujemnie korelują tereny przemysłowe lub handlowe (121). Występowanie w najbliższym otoczeniu gniazd, czyli na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 1 i 2 km, lasu liściastego (311) i lasu iglastego (312) negatywnie wpływa na powodzenie lęgów bociana białego.

Tab. 12 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC III	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
112	0,023	-0,034	-0,047	-0,061	-0,045	0,051	-0,109	-0,123	-0.188*	-0.203*
121	0,034	-0,01	-0,032	-0,026	-0,067	-0.168 <sup>tr</sup>	-0.231*	-0.236**	-0.195*	-0.211*
122				-0,007	-0,009				-0.17 <sup>tr</sup>	-0.172 <sup>tr</sup>
123				-0,125	-0,105				0,040	0,027
124			0,021	-0,02	-0,081			-0.158 <sup>tr</sup>	-0.227*	-0.236**
131	0,038	-0,029	-0,073	-0,089	-0,104	-0,075	-0,080	-0,074	-0,090	-0,063
132			0,038	0,038	-0,036			-0,075	-0,075	-0.170 <sup>tr</sup>
133	0,082	0,009	0,031	0,006	-0,013					
141			0,028	0,003	0,019			-0,079	-0.181*	-0.167 <sup>tr</sup>
142	-0,141	-0,047	-0,016	0,006	-0,023	-0,075	-0,143	-0,090	-0.152 <sup>tr</sup>	-0.177 <sup>tr</sup>
211	0,014	0,021	0,010	0,013	0,028	0.257**	0.216*	0,144	0,079	0,056
222		-0,138	-0,087	-0,086	-0,063		0,040	-0,044	-0,035	-0,048

CLC III	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
231	0,014	0,018	-0,009	0,003	0,040	-0,016	-0,024	-0,026	-0,011	0,007
242	0,015	0,000	0,007	0,006	0,038	-0,082	0,032	0,086	0,079	0,051
243	0,065	0,121	0,109	0,125	0,092	0,113	0,145	0,131	0,173 <sup>tr</sup>	0,148
311	-0,053	-0,03	-0,010	-0,016	-0,003	-0,231*	-0,152 <sup>tr</sup>	-0,119	-0,065	-0,007
312	-0,103	-0,067	-0,043	-0,040	-0,076	-0,278**	-0,162 <sup>tr</sup>	-0,089	-0,039	-0,013
313	0,070	0,035	0,012	-0,045	-0,017	-0,055	-0,132	-0,076	-0,023	0,038
324	-0,096	-0,127	-0,096	-0,093	-0,129	-0,036	-0,032	-0,042	-0,067	-0,094
411		0,038	-0,009	-0,076	0,026		0,066	0,047	-0,029	-0,034
511	0,089	0,068	0,098	0,102	0,115	-0,043	0,023	0,067	0,073	0,078
512	0,049	-0,038	-0,003	0,055	0,036	0,032	-0,025	-0,131	-0,038	-0,037

#### 5.1.2.4 Współczynniki korelacji pomiędzy pokryciem terenu, a liczbą młodych bocianów białych zdolnych do lotu

Liczba młodych bocianów zdolnych do lotu również koreluje z występowaniem poszczególnych kategorii pokrycia terenu w otoczeniu gniazd. W pierwszej części okresu badawczego obserwowalny jest pozytywny wpływ obszarów wodnych (5) (Tab. 13). Natomiast w drugiej części okresu badawczego wraz ze wzrostem dystansu rośnie siła negatywnego wpływu terenów antropogenicznych (1).

Tab. 13 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC I	2006 - 2012					2012 - 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
1	-0,023	-0,021	-0,006	0,002	-0,017	-0,034	-0,195*	-0,203*	-0,249**	-0,258**
2	0,106	0,036	0,009	0,032	0,066	0,115	0,130	0,121	0,099	0,078
3	-0,137	-0,091	-0,052	-0,068	-0,084	-0,125	-0,09	-0,075	-0,034	0,006
4		0,108	0,103	0,101	0,117		0,080	0,064	0,027	-0,051
5	0,147	0,183*	0,159 <sup>tr</sup>	0,151 <sup>tr</sup>	0,125	0,093	0,108	0,108	0,126	0,125

Przy drugim rzędzie dokładności danych CLC, w pierwszej części okresu badawczego obserwuje się więcej powiązań pomiędzy pokryciem terenu a liczbą młodych zdolnych do lotu (Tab. 14). Przy dystansie powyżej 3 km od gniazda obserwowalny jest dodatni trend wpływu obszarów upraw mieszanych (24). Zauważalnie pozytywnie oddziałują również wody śródlądowe (51) na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 2, 3 i 4 km. W odległości 3 i 4 km od gniazd negatywne skutki, odzwierciedlające się w liczbie młodych zdolnych do lotu, wywołuje występowanie kopalń, wyrobisk i budów (13). Ujemny trend w najbliższym otoczeniu gniazda wykazują miejskie tereny zielone i wypoczynkowe (14), a przy największym



dystansie, zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej (32). W latach 2012-2018 silne, ujemne oddziaływanie na liczbę młodych ma zwiększająca się wraz ze wzrostem odległości zabudowa miejska (11) oraz tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne (12). W odległościach powyżej 3 km od gniazda widoczny jest również negatywny wpływ miejskich terenów zielonych i wypoczynkowych (14).

Tab. 14 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC II	2006 – 2012					2012 – 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
11	-0,025	-0,012	0,017	0,010	-0,010	-0,008	-0.192*	-0.185*	-0.237**	-0.251**
12	-0,001	0,036	0,016	0,020	-0,020	-0.184*	-0.197*	-0.244**	-0.238**	-0.265**
13	0,061	-0,120	-0.187*	-0.186*	-0,139	0,107	0,083	0,053	0,024	0,017
14	-0.175 <sup>tr</sup>	-0,059	-0,052	0,002	-0,001	0,061	-0,046	-0,133	-0.228*	-0.244**
21	0,039	0,054	0,016	0,013	0,038	0,105	0,085	0,080	0,058	0,051
22		-0,139	-0,065	-0,052	0,006		-0,056	-0,112	-0,053	-0,046
23	0,029	-0,141	-0,138	-0,099	-0,067	0,001	0,023	0,031	0,044	0,025
24	0,054	0,148	0,147	0.152 <sup>tr</sup>	0.151 <sup>tr</sup>	-0,006	0,077	0,087	0,081	0,069
31	-0,141	-0,065	-0,026	-0,045	-0,055	-0,122	-0,117	-0,110	-0,058	-0,007
32	-0,039	-0,113	-0,123	-0,140	-0.185*	-0,048	0,034	0,094	0,091	0,068
41		0,108	0,103	0,101	0,117		0,080	0,064	0,027	-0,051
51	0,147	0.183*	0.159 <sup>tr</sup>	0.151 <sup>tr</sup>	0,125	0,093	0,108	0,108	0,126	0,125

Silniejsze korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu w III rzędzie CLC a liczbą młodych zdolnych do lotu występują w drugiej części okresu badawczego (Tab. 15). W latach 2006 – 2012 obserwowalne są jedynie trendy i najslabsze korelacje. Przy odległości 2 i 3 km wokół gniazd trend dodatniego oddziaływania wykazano dla złożonych systemów upraw i działek (242) oraz cieków (511). Wraz ze wzrostem odległości rośnie też pozytywna rola zbiorników wodnych (512), która jest istotna statystycznie dla odległości 4 i 5 km. W najbliższym otoczeniu gniazda niewielkie negatywne trendy wpływu pokrycia terenu na liczbę młodych zdolnych do lotu, są widoczne przy obecności terenów sportowych i wypoczynkowych (142) oraz lasu iglastego (312). Przy największym dystansie od gniazda zauważalny jest negatywny trend związany z występowaniem placów budów (133) oraz istotny statystycznie negatywny wpływ lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian (324). Silniejsze korelacje z drugiej części okresu badawczego mają jedynie negatywne oddziaływanie. W najbliższym otoczeniu gniazda ujemnie oddziałuje występowanie złożonych systemów upraw i działek (242). Stały negatywny wpływ na liczbę młodych zdolnych do lotu, wywierają tereny przemysłowe lub handlowe (121) niezależnie od dystansu. Wraz ze wzrostem

odległości rośnie negatywna rola zabudowy miejskiej luźnej (112) oraz lotnisk (124). Przy odległości powyżej 3 km ujemne trendy wykazują powiązania pomiędzy liczbą młodych a występowaniem terenów komunikacyjnych oraz terenów związanych z komunikacją drogową i kolejową (122), terenów zieleni (141) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (142). Przy największym dystansie do gniazd bociana białego widoczny jest negatywny wpływ występowania zwałowisk i hałd (132) na liczbę młodych zdolnych do lotu.

Tab. 15 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC III	2006 – 2012					2012 – 2018				
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km
112	-0,025	-0,012	0,017	0,010	-0,010	-0,008	-0.192*	-0.185*	-0.237**	-0.251**
121	-0,001	0,036	0,020	0,022	-0,003	-0.184*	-0.197*	-0.249**	-0.200*	-0.229*
122				0,039	0,039				-0.216*	-0.219*
123				-0,129	-0,096				-0,028	-0,031
124			-0,004	0,013	-0,043			-0.185*	-0.276**	-0.288**
131	-0,024	-0,099	-0,141	-0,133	-0,077	0,107	0,083	0,054	0,037	0,050
132			-0,024	-0,024	-0,009			-0,077	-0,077	-0.203*
133	0,066	-0,065	-0,122	-0,123	-0.170 <sup>tr</sup>					
141			-0,033	-0,008	0,022			-0,082	-0.217*	-0.247**
142	-0.175 <sup>tr</sup>	-0,059	-0,052	0,005	-0,011	0,061	-0,046	-0,132	-0.215*	-0.228*
211	0,039	0,054	0,016	0,013	0,038	0,105	0,085	0,080	0,058	0,051
222		-0,139	-0,065	-0,052	0,006		-0,056	-0,112	-0,053	-0,046
231	0,029	-0,141	-0,138	-0,099	-0,067	0,001	0,023	0,031	0,044	0,025
242	0,141	0.162 <sup>tr</sup>	0.162 <sup>tr</sup>	0,114	0,110	-0.193*	-0,067	-0,015	0,011	0,011
243	-0,025	0,097	0,111	0,143	0,146	0,108	0,120	0,111	0,099	0,086
311	0,017	0,024	0,036	0,019	0,023	-0,092	-0,073	-0,084	-0,021	0,032
312	-0.231*	-0,087	-0,040	-0,051	-0,085	-0,059	-0,071	-0,068	-0,044	-0,015
313	0,0410	-0,027	-0,043	-0,097	-0,048	-0,114	-0.156 <sup>tr</sup>	-0,136	-0,117	-0,064
324	-0,039	-0,113	-0,123	-0,140	-0.185*	-0,048	0,034	0,094	0,091	0,068
411		0,108	0,103	0,101	0,117		0,080	0,064	0,027	-0,051
511	0,136	0.177 <sup>tr</sup>	0.151 <sup>tr</sup>	0,143	0,118	0,084	0,104	0,113	0,130	0,125
512	0,124	0,131	0.166 <sup>tr</sup>	0.197*	0.203*	0,097	0,089	-0,103	-0,081	0,018

### 5.1.2.5 Podsumowanie z korelacji pomiędzy pokryciem terenu, a parametrami opisującymi bociana białego

Analizując powyższe korelacje widać wiele powiązań pomiędzy kategoriami pokrycia terenu, a parametrami opisującymi populację bociana białego. Przede wszystkim korelacje (tj. oddziaływania) widoczne są w odniesieniu do „zajętości gniazd bociana białego”, „lęgami udanych bociana białego”, „liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu”, ale tylko w bardzo małej ilości w odniesieniu do „nieudanych lęgów



bociana białego”. Może to oznaczać, że wskaźnik „łęgów nieudanych bociana białego” jest mniej przydatny niż pozostałe. Wśród wszystkich powiązań przeważa negatywne oddziaływanie poszczególnych kategorii pokrycia terenu na parametry opisujące stan populacji bociana białego. Negatywny wpływ danych o pokryciu terenu III rzędu CLC wykazały:

- 121 tereny przemysłowe lub handlowe,
- 122 tereny komunikacyjne oraz tereny związane z komunikacją drogową i kolejową,
- 124 lotniska,
- 132 zwałowiska i hałdy,
- 133 budowy,
- 141 tereny zielone,
- 142 tereny sportowe i wypoczynkowe,
- 222 sady i plantacje,
- 311 lasy liściaste,
- 312 lasy iglaste,
- 313 lasy mieszane,
- 324 lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian.

Dodatkowo na parametry opisujące bociana białego wpływają:

- 211 grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających,
- 243 tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych,
- 511 ciek.

Zarówno pozytywne jak i negatywne oddziaływanie w zależności od poszczególnych parametrów bocianich wykazują:

- 112 zabudowa miejska luźna,
- 242 złożone systemy upraw i działek,
- 512 zbiorniki wodne.

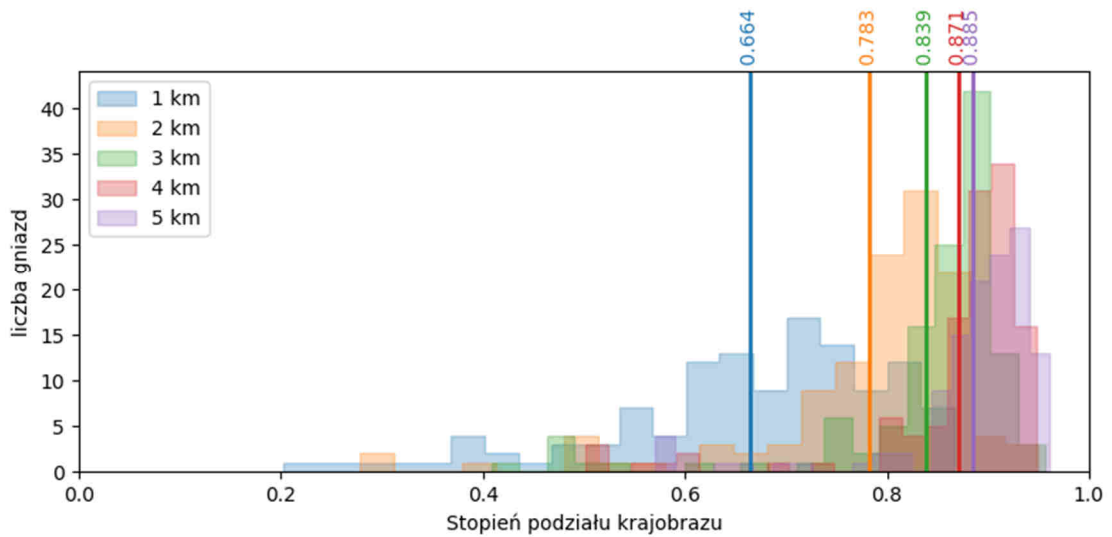
Po przeanalizowaniu korelacji pomiędzy kategoriami pokrycia terenu, a parametrami opisującymi populację bociana białego widoczne jest również, że

przedział czasowy 2006 – 2012 wykazuje znacznie mniejszą liczbę istotnych korelacji niż przedział czasowy 2012 – 2018.

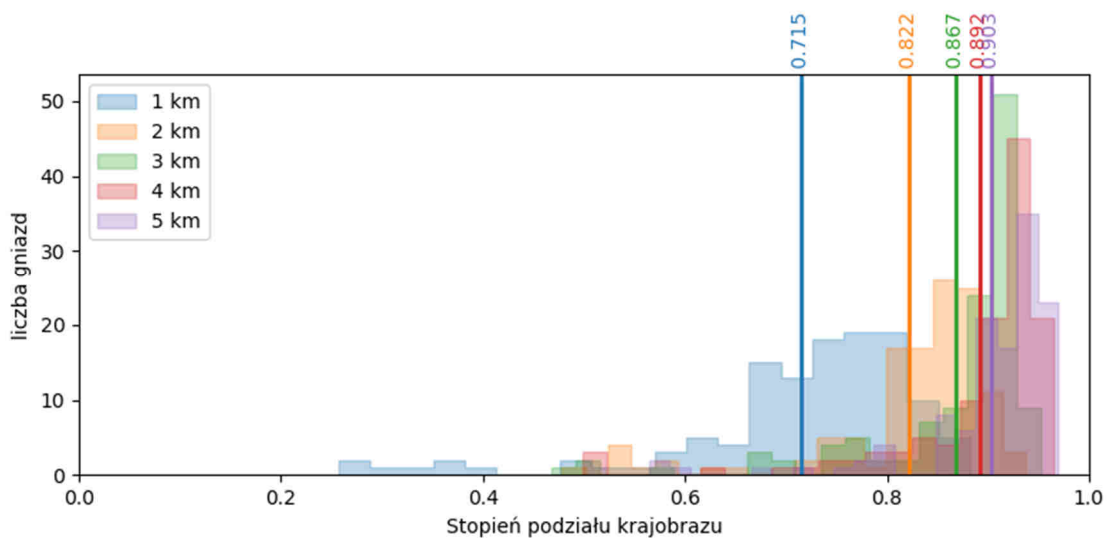
### 5.1.3 Analiza rozdrobnienia przestrzennego i strukturalnego krajobrazu

Rozkład stopnia podziału krajobrazu  $D$ , w rozumieniu płatów jako różnych kategorii pokrycia terenu opracowanych na podstawie CORINE Land Cover, wokół gniazd bocianich przedstawiają Rys. 17 – Rys. 19 odpowiednio dla 2006, 2012 i 2018 roku. Każdy z wykresów zawiera 5 rozkładów odpowiadających analizie na powierzchniach badawczych wyznaczonych okręgami o promieniach od 1 do 5 km odległości od gniazd bociana białego.

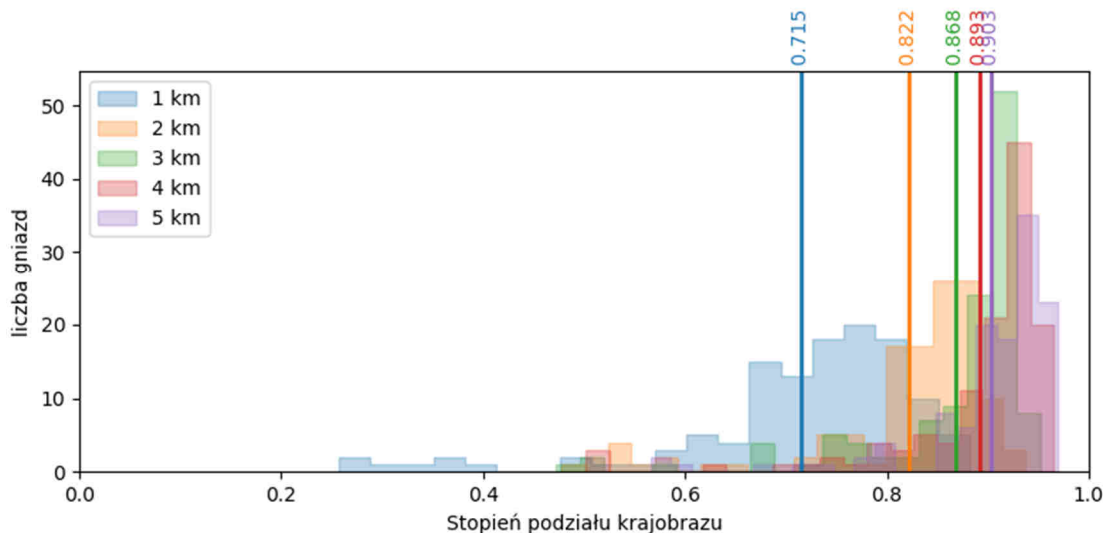
Na (Rys. 17) przedstawiono stopień podziału krajobrazu  $D$  wyznaczony przy wykorzystaniu bazy CLC w roku 2006. Najmniej podzielony krajobraz był obserwowany w najbliższym otoczeniu gniazda, średnia wartość  $\overline{D_1^{2006}} = 0,664$ , i wraz ze wzrostem odległości od gniazda ta wartość rośnie w sposób ściśle:  $\overline{D_1^{2006}} < \overline{D_2^{2006}} < \overline{D_3^{2006}} < \overline{D_4^{2006}} < \overline{D_5^{2006}}$  osiągając najwyższą wartość dla odległości 5 km  $\overline{D_5^{2006}} = 0,885$ . Korzystając z kolejnych rozkładów przedstawionych na Rys. 18 i Rys. 19 można porównać zależność czasową średnich wartości stopni podziału  $\overline{D_i}$  dla kolejnych baz CLC wskazuje, że niezależnie od bufora, który jest analizowany,  $\overline{D_i^{2006}} < \overline{D_i^{2012}} \approx \overline{D_i^{2018}}$ . Taka relacja wskazuje, że istotne różnice w stopniu podziału nastąpiło jedynie pomiędzy latami 2006 i 2012.



Rys. 17 Rozkład stopnia podziału krajobrazu  $D$  wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2006 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu.



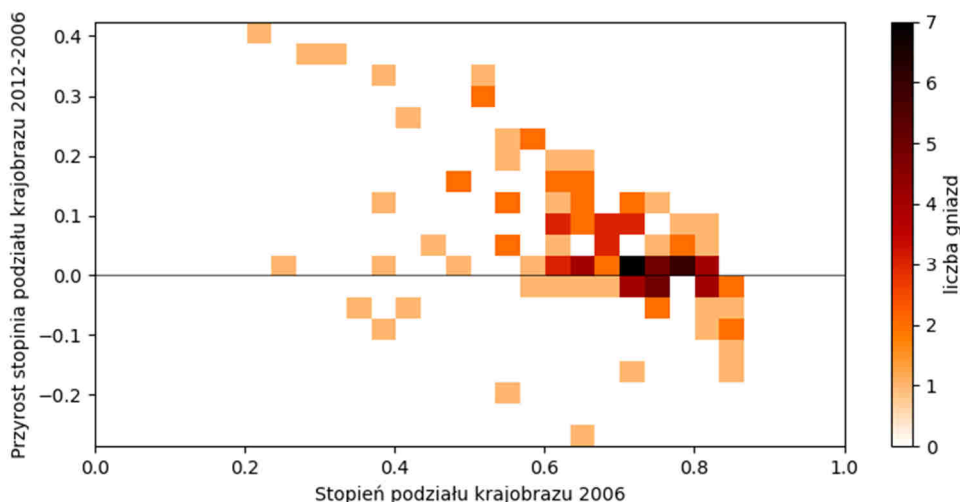
Rys. 18 Rozkład stopnia podziału krajobrazu  $D$  wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2012 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu.



Rys. 19 Rozkład stopnia podziału krajobrazu  $D$  wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2018 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu.

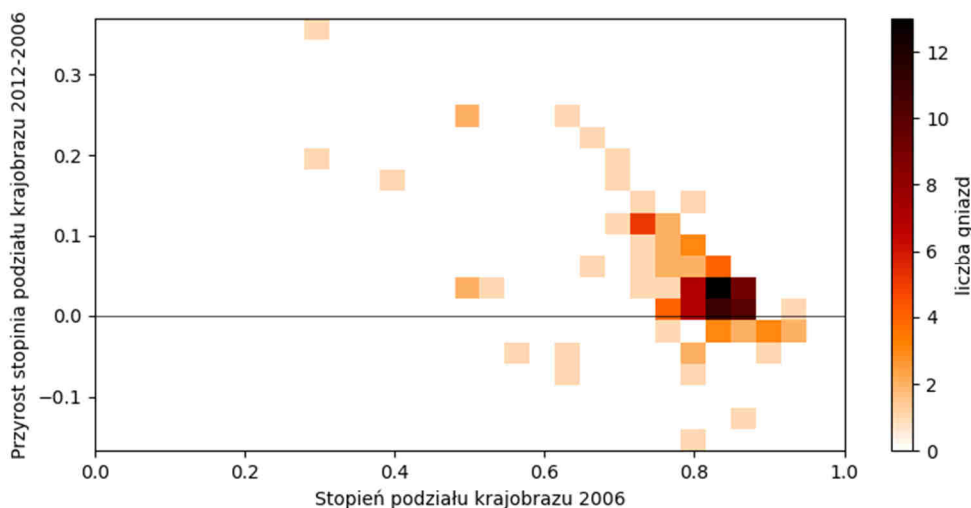
Na Rys. 20 - Rys. 24 przedstawiono przyrosty stopnia podziału krajobrazu w latach 2012-2006  $D_i^{2012} - D_i^{2006}$  w funkcji stopnia podziału krajobrazu w roku 2006  $D_i^{2006}$  dla kolejno  $i \in \{1; 2; 3; 4; 5\}$  km. Z kolei na ilustracjach od Rys. 25 do Rys. 29 przedstawiono identyczne histogramy odpowiadające zmianom w kolejnym okresie, od 2018 do 2012 r. tj.  $D_i^{2012} - D_i^{2006}$  w funkcji  $D_i^{2012}$ .

Na Rys. 20 przedstawiono przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 - 2006 w odległości do 1 km  $D_1$ . Pozioma linia przestawia brak zmiany stopnia podziału krajobrazu. Dla 84 gniazd zaobserwowano wzrost  $D_1$  a dla 38 spadek. Dla połowy gniazd (tj. 61) stopień podziału krajobrazu nie zmienił się o więcej niż  $\pm 0,05$ . Dla 49 miejsc lęgowych wskaźnik ten wzrósł o więcej niż  $+0,05$  a dla dwunastu zmiana stopnia rozdrobnienia krajobrazu była mniejsza niż  $-0,05$ . Minimalny zaobserwowany wzrost stopnia podziału krajobrazu wynosił  $-0,286$  podczas gdy maksymalny  $+0,424$  dając średnią wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu równą  $+0,051$ .



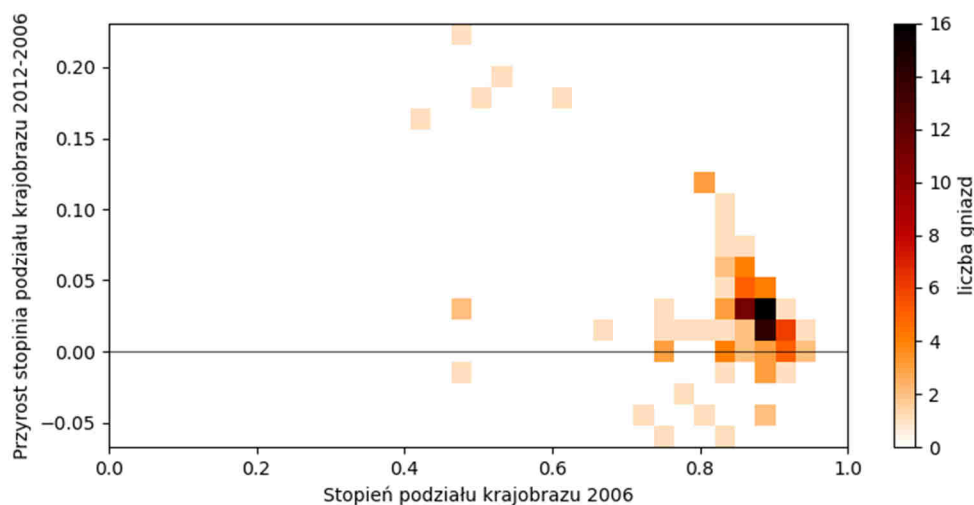
**Rys. 20** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 1 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

Wzrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 2 km  $D_2$ , przedstawia (Rys. 21). Przyrost wartości  $D_2$  został zaobserwowany dla 97 gniazd bociana białego. Spadek rozdrobnienia krajobrazu odnotowano dla 25 gniazd. Dla ponad  $\frac{3}{4}$  gniazd, dokładnie dla 82 z nich, wskaźnik  $D_2$  nie zmienił się o więcej niż  $\pm 0,05$ . Przy 34 odnotowano wzrost stopnia podziału krajobrazu o więcej niż  $+0,05$ , natomiast dla 6 gniazd zmiana była mniejsza niż  $-0,05$ . Największy spadek stopnia podziału krajobrazu na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 2 km wyniósł  $-0,167$ , największy przyrost  $+0,369$ , z czego średnia wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu wyniosła  $+0,04$ .



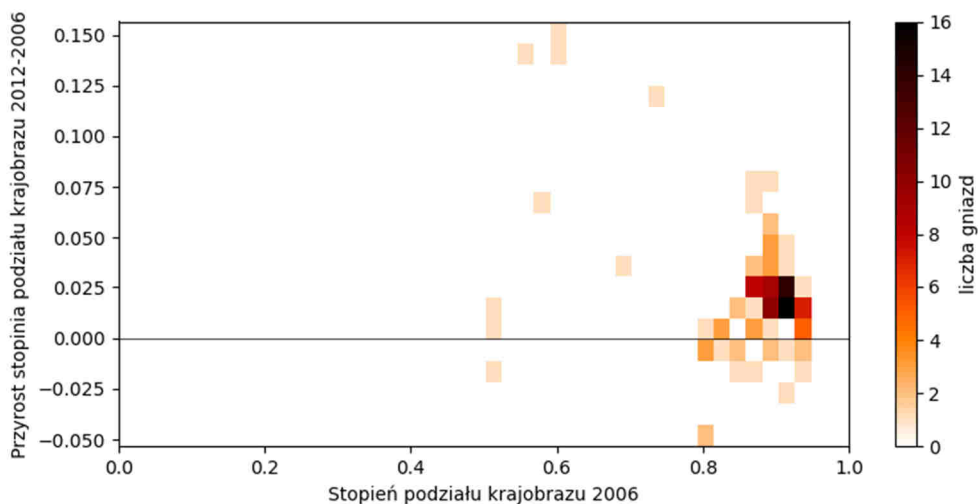
**Rys. 21** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 2 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

Rys. 22 przedstawia przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 3 km od gniazd bociana białego ( $D_3$ ). W 103 gniazdach zaobserwowano wzrost wartości  $D_3$  natomiast spadek został odnotowany jedynie dla 19-tu. Dla 101 gniazd stopień podziału krajobrazu nie zmienił się o więcej niż  $\pm 0,05$ . Przy czym wzrost o więcej niż  $+0,05$  zaobserwowano dla 18, a dla 3 zmiana stopnia krajobrazu była mniejsza niż  $-0,05$ . Największy spadek stopnia podziału krajobrazu na powierzchni badawczej wynosił  $-0,067$  podczas gdy maksymalny wzrost  $+0,23$  dając średnią wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu  $+0,028$ .



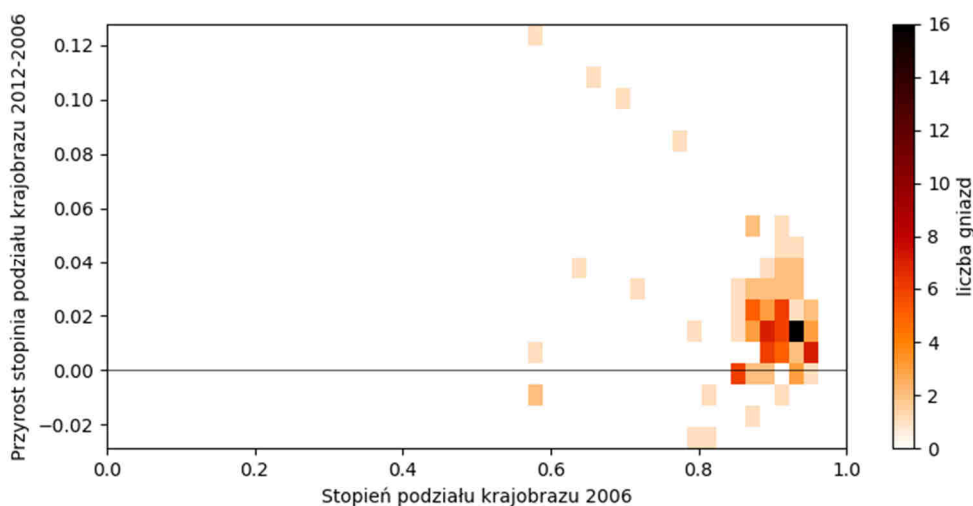
**Rys. 22** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 3 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

Na Rys. 23 przedstawiono przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 4 km ( $D_4$ ). Dla 104 gniazd zaobserwowano wzrost wartości  $D_4$  a dla 18-tu spadek. Dla prawie wszystkich gniazd (tj. 111) stopień podziału krajobrazu nie zmienił się o więcej niż  $\pm 0,05$ . Dla 10-ciu wzrósł o więcej niż  $+0,05$  a jedynie w jednym przypadku zmiana stopnia rozdrobnienia krajobrazu była mniejsza niż  $-0,05$ . Minimalny zaobserwowany wzrost stopnia podziału krajobrazu wynosił  $-0,053$ , podczas gdy maksymalny  $+0,157$ , dając średnią wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu  $+0,021$ .



**Rys. 23** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 - 2006 w odległości do 4 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

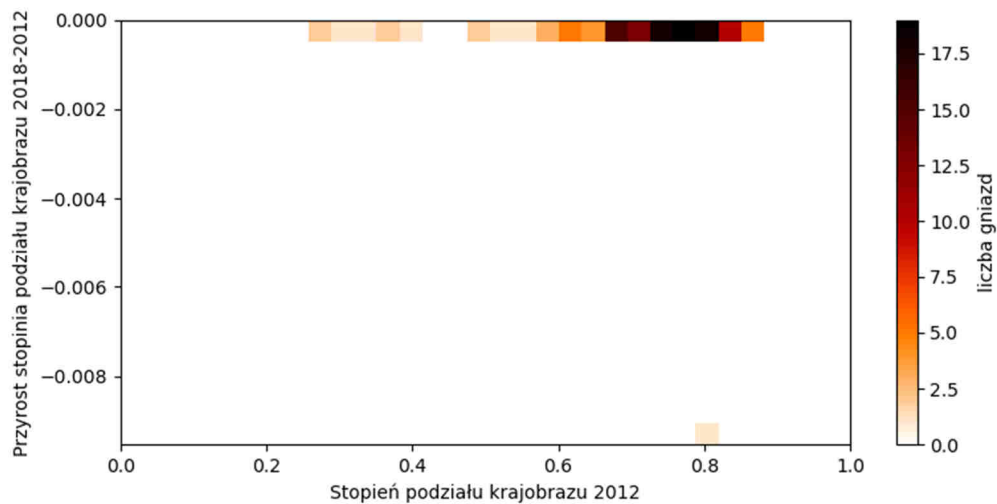
Wzrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 5 km ( $D_5$ ), przedstawia Rys. 24. Przyrost wartości  $D_5$  został zaobserwowany dla 108 gniazd bociana białego. Spadek rozdrobnienia krajobrazu odnotowano dla 14 gniazd. Dla większości gniazd, czyli dla 115 z nich  $D_5$  nie zmienił się o więcej niż  $\pm 0,05$ . Dla pozostałych siedmiu odnotowano wzrost stopnia podziału krajobrazu o więcej niż  $+0,05$ . Największy spadek stopnia podziału krajobrazu na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 5 km wynosił  $-0,028$ , największy przyrost  $+0,128$  z czego średnia wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu wyniosła  $+0,017$ .



**Rys. 24** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 - 2006 w odległości do 5 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

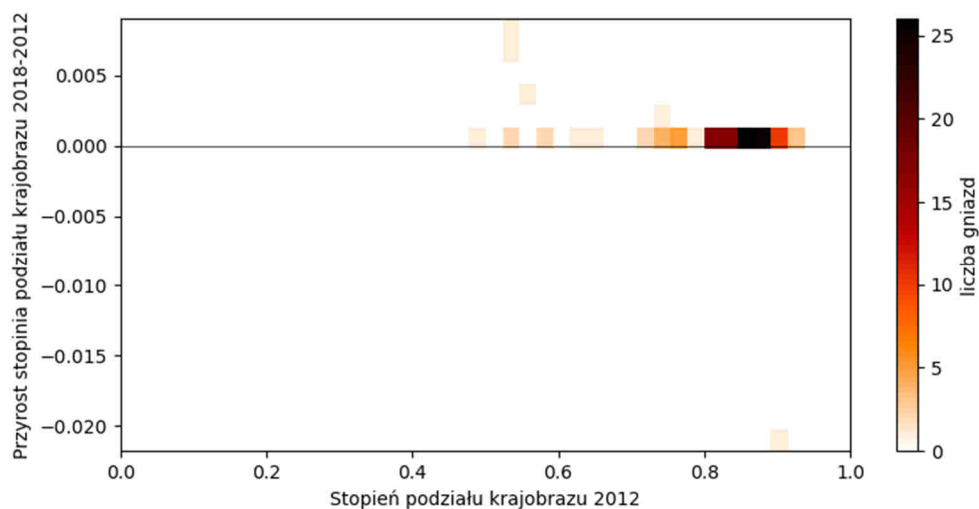
W latach 2018 - 2012 nie odnotowano przyrostu stopnia podziału krajobrazu powyżej  $\pm 0,05$ . Na najmniejszych powierzchniach badawczych wyznaczonych przez

okręgi o promieniu 1 km wokół gniazd spadek stopnia podziału krajobrazu  $D_1$ , przedstawionych na Rys. 25, odnotowano dla dwóch gniazd bociana białego i maksymalnie wynosił  $-0,009$ . Średnia wartość zmiany stopnia podziału krajobrazu wyniosła  $-7.88443E-05$ .



**Rys. 25** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 1 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

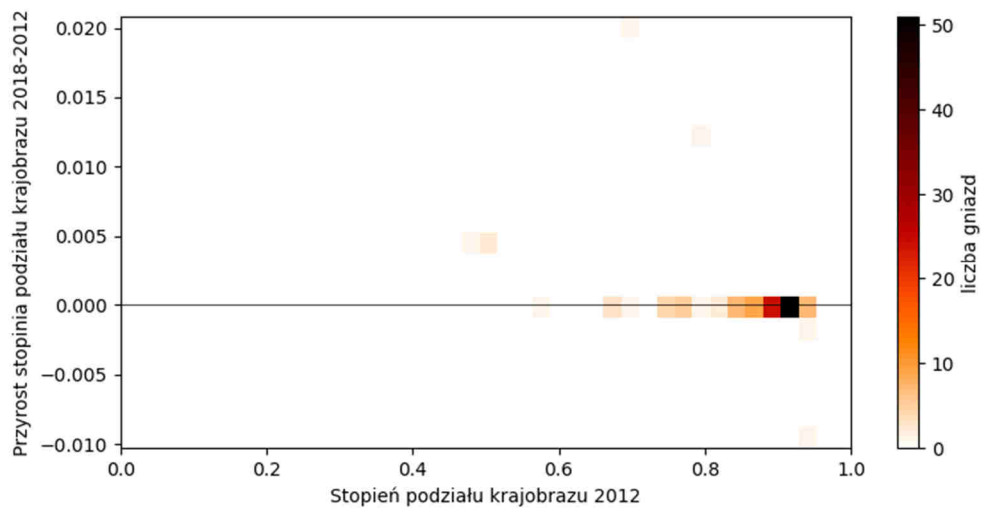
Rys. 26 przedstawia przyrost stopnia podziału krajobrazu ( $D_2$ ) w latach 2018 - 2012 na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 2 km od gniazd bociana białego  $D_2$ . W czterech z nich zaobserwowano wzrost wartości  $D_2$ , natomiast spadek został odnotowany dla 5-ciu. Największy spadek stopnia podziału krajobrazu na powierzchni badawczej wynosił  $-0,022$ , podczas gdy maksymalny wzrost  $+0,009$ , dając średnią wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu  $-2.8E-06$ .



**Rys. 26** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 2 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

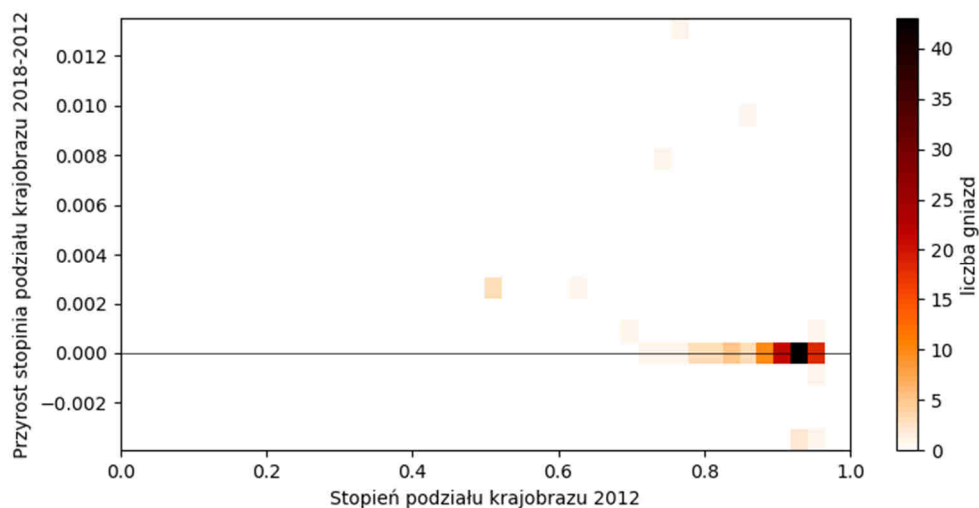


Wzrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 – 2012 w odległości do 3 km  $D_3$ , przedstawia Rys. 27. Przyrost wartości  $D_3$  został zaobserwowany dla 6-ciu gniazd bociana białego. Spadek rozdrobnienia krajobrazu odnotowano dla 10-ciu z nich. Największy spadek stopnia podziału krajobrazu na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 3 km wynosił  $-0,01$ , największy przyrost  $+0,02$ , z czego średnia wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu wyniosła  $+0,0003$ .



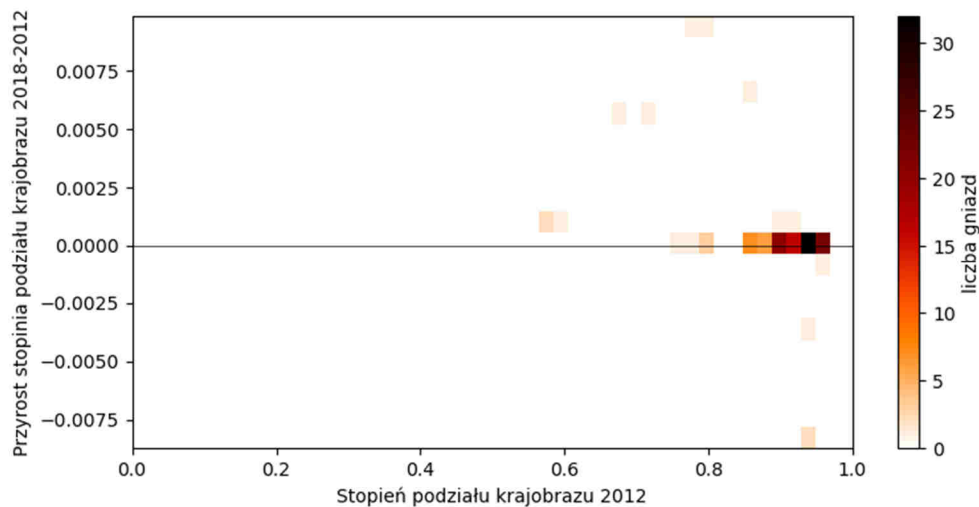
**Rys. 27** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 3 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

Na Rys. 28 przedstawiono przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 4 km od gniazda  $D_4$ . Dla 13-tu gniazd bocian białego zaobserwowano wzrost wskaźnika  $D_4$  a dla 17-tu spadek. Minimalny zaobserwowany wzrost stopnia podziału krajobrazu wynosił  $-0,004$  kiedy maksymalny  $+0,013$  dając średnią wartość wzrostu stopnia podziału krajobrazu równą  $+0,000255$ .



**Rys. 28** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 4 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

Na powierzchni badawczej wyznaczonej promieniem 5 km odległości od gniazd bociana białego, zaobserwowano wzrost stopnia podziału krajobrazu przy 17-tu gniazdach z czego maksymalny wynosił  $+0,01$ , co przedstawia Rys. 29. Spadek zaobserwowano przy 28-miu gniazdach, w tym największy wyniósł  $-0,008$ . Średnia wartość zmiany stopnia podziału krajobrazu to  $0,00019$ .



**Rys. 29** Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 5 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd.

#### 5.1.4 Współczynniki korelacji pomiędzy fragmentacją krajobrazu, a parametrami opisującymi bociana białego

Przeprowadzone analizy współczynników korelacji liniowej Pearsona pomiędzy rozkładem stopnia podziału krajobrazu a parametrami opisującymi populację bociana

białego nie wykazały żadnych istotnych statystycznie korelacji. Istotniejsze okazały się wyniki analizy współczynników korelacji liniowej Pearsona pomiędzy czterema parametrami populacji bociana oraz ich zmianami (różnicami) pomiędzy latami 2006-2012 a 2012-2018, a sumaryczną długością granic każdej klasy pokrycia terenu według III rzędu dokładności CLC na wszystkich powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniach od 1 do 5 km wokół gniazd bociana białego.

Na najmniejszej powierzchni badawczej wyznaczonej przez okręgi o promieniu 1 km od gniazd bociana białego (Tab. 16) najsilniej negatywnie wpływa długość granicy lasu iglastego (312). Oddziałuje on ujemnie na zajętość gniazd oraz powodzenie lęgów w drugiej części okresu badawczego, czyli w latach 2012 - 2018, wykazujące widoczny negatywny trend również w latach 2006 - 2012. Ujemne trendy występują także pomiędzy długością granicy lasu liściastego (311) a zajętością gniazda i lęgami udanymi w pierwszej części okresu badawczego. Pozytywnie na liczbę młodych zdolnych do lotu w pierwszej części okresu badawczego wpływa długość granicy zabudowy miejskiej luźnej (112). Dodatnio koreluje również zmiana powodzenia lęgów z długością granicy lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian (324), wykazujące także pozytywny trend ze zmianami w zajętości gniazd w całym okresie badawczym. Dodanie trendy widać także w przypadku zmiany lęgów udanych a granicą gruntów ornych poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211) oraz pomiędzy lęgami nieudanymi a długością granicy złożonych systemów upraw i działek (242). Trendy ujemne wystąpiły również pomiędzy lęgami udanymi w pierwszej części okresu badawczego a długością granicy łąk i pastwisk (231).

Tab. 16 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 1 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelację dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
112	0.05	0.1	0.08	0.05	-0.09	-0.09	-0.06	0.13	0.17tr	0.2*	-0.09	-0.09
211	0.05	0.02	0.06	0.12	0.07	0.03	-0.12	0.05	0.16tr	0.07	0	0.01
231	-0.04	-0.13	0.03	0.11	0.05	0.06	-0.17tr	-0.08	0.09	0.14	-0.05	0.01
242	-0.03	-0.04	0	-0.01	0.16tr	0.14	-0.07	-0.07	0	0.05	0.02	-0.04
243	0.04	-0.08	0.03	0.09	0.08	0.09	-0.13	-0.06	0.07	0.09	0	0.03
311	-0.17tr	-0.07	0.06	0.15	0.06	0	-0.16tr	-0.08	0.08	0.03	0.01	0.07
312	0.02	0.24**	-0.05	0.11	0.11	0.12	-0.15tr	-0.19*	-0.02	0.11	-0.03	0.01
313	-0.02	0.06	0.05	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.08	0.08	-0.03	0.06	0.02
324	-0.14	0.13	0.18tr	-0.05	-0.01	0.02	-0.08	0.12	0.18*	-0.03	0	-0.02
511	-0.13	0.03	0.07	0.14	0.07	-0.04	-0.12	0	0.11	0.03	0.07	0.08

Na powierzchniach badawczych wyznaczonych przez okręgi o promieniu 2 km od gniazd bociana białego (Tab. 17) wystąpiła jedna, istotna statystycznie korelacja pomiędzy długością granicy zabudowy miejskiej luźnej (112) a zmianą w powodzeniu lęgów między pierwszą a drugą częścią okresu badawczego. Dodatkowo istnieje kilka trendów pozytywnych i negatywnych. Do tej pierwszej grupy zaliczamy trend pomiędzy długością granicy zabudowy miejskiej luźnej (112) a liczbą młodych zdolnych do lotu w pierwszej części okresu badawczego. Pozytywny trend wykazuje również długość krawędzi gruntów ornych poza zasięgiem urządzeń nawadniających (211) ze zmianą w powodzeniu lęgów między pierwszą a drugą częścią okresu badawczego. Negatywny trend wskazuje wpływ długości krawędzi lasów liściastych (311) na powodzenie lęgów w pierwszej części okresu badawczego. Natomiast długość granicy łąk i pastwisk (231) wykazuje negatywny trend wpływu na powodzenie lęgów oraz dodatnie oddziaływanie na liczbę lęgów nieudanych w pierwszej części okresu badawczego.

Tab. 17 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianiami i ich różnicami w obszarze do 2 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
112	0.07	0.12	0.08	0.1	-0.09	-0.12	-0.06	0.16tr	0.19*	0.2tr	-0.09	-0.05
211	0.07	0.01	0.05	0.13	0.05	0.01	-0.13	0.04	0.15tr	0.14	-0.02	0.01
231	0	-0.14	0.01	0.17tr	0.03	0.04	-0.17tr	-0.1	0.07	0.1	-0.04	0.05
242	-0.08	0.02	0.12	-0.02	0.03	0.07	-0.13	0.02	0.14	0.04	-0.04	0
243	0.05	-0.07	0	0.08	0.08	0.07	-0.08	-0.04	0.04	0.1	0	-0.01
311	-0.11	-0.13	0	0.13	0.11	0.05	-0.16tr	-0.11	0.05	0.03	0.04	0.05
312	-0.04	-0.08	0.05	0.07	0.04	0.06	-0.15	-0.04	0.1	0.11	0.01	0.01
313	-0.01	-0.05	0.07	0.02	0.1	0.09	-0.08	-0.03	0.05	0	0.1	0.07
324	-0.08	-0.15	0.02	0.12	0.08	0.12	-0.14	-0.11	0.04	0.02	0.04	0.04
511	-0.08	-0.01	0.03	0.09	0.13	0.04	-0.09	-0.03	0.06	0.02	0.03	0.03

Na powierzchni badawczej w promieniu 3 km od gniazda (Tab. 18), powtarza się pozytywna korelacja pomiędzy długością granicy zabudowy miejskiej luźnej (112) a zmianą w powodzeniu lęgów między pierwszą a drugą częścią okresu badawczego. Widać także silne oddziaływanie długości granicy lasów i roślinności w stanie zmian (324) ponieważ negatywnie wpływa na zajętość gniazd w drugiej części okresu badawczego, zwiększa ilość lęgów nieudanych w latach 2006 - 2012 oraz wykazuje negatywne trendy w lęgach udanych przez cały okres badawczy. Zaobserwowano ujemny

trend wpływu na powodzenie lęgu także długości krawędzi złożonych systemów upraw i działek (242) oraz lasu iglastego (312) w pierwszej części okresu badawczego.

**Tab. 18** Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 3 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, **zielony** oznacza korelację dodatnie, **pomarańczowy** – ujemne.

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
112	0.04	0.1	0.06	0.09	-0.01	-0.06	-0.08	0.13	0.19*	0.1	-0.09	-0.05
121	-0.05	0.1	0.08	-0.08	-0.01	0.03	0.08	0.09	0.01	-0.01	-0.02	-0.05
211	0.05	-0.02	0.06	0.13	0.07	0.03	-0.13	0.01	0.13	0.13	0	0.04
231	0.01	-0.11	0.02	0.12	0.01	0.03	-0.14	-0.07	0.07	0.09	-0.02	0.05
242	-0.15	-0.06	0.1	0.08	0.06	0.09	-0.17tr	-0.05	0.12	0.07	-0.02	-0.01
243	0.02	-0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	-0.11	-0.01	0.09	0.09	0.01	0.02
311	-0.07	-0.14	-0.02	0.13	0.11	0.06	-0.13	-0.11	0.03	0.05	0.04	0.04
312	-0.02	-0.08	0.05	0.12	0.04	0.04	-0.16tr	-0.04	0.12	0.12	-0.03	0.02
313	0.07	-0.08	0.06	0.05	0.07	0.08	-0.11	-0.04	0.06	0.11	0.06	0.1
324	-0.05	-0.25**	-0.05	0.21*	-0.01	0.02	-0.15tr	-0.18tr	-0.01	0.03	-0.02	0.1
511	-0.04	-0.03	0	0.06	0.14	0.06	-0.07	-0.03	0.03	0.03	0.06	0.02
512	0.05	0.07	0	-0.05	-0.01	0.02	0.13	0.07	-0.06	-0.03	0	-0.02

Przy odległości 4 km od gniazd (Tab. 19) istnieje jedna korelacja istotna statystycznie pomiędzy długością granicy lasów i roślinności w stanie zmian (324) a zajętością gniazda w latach 2012-2018. Występuje także jeden pozytywny trend pomiędzy długością granicy zabudowy miejskiej luźnej (112) a zmianą w sukcesie lęgowym między pierwszą a drugą częścią okresu badawczego. Poza tym występują negatywne trendy pomiędzy długością krawędzi lasu liściastego (311) a zajętością gniazda oraz pomiędzy lęgami udanymi a złożonymi systemami upraw i działek (242) i lasami iglastymi (312) w latach 2006 - 2012.

**Tab. 19** Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 4 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) –  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, **zielony** oznacza korelację dodatnie, **pomarańczowy** – ujemne.

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
112	0.03	0.05	0.06	0.11	0.05	0.01	-0.11	0.06	0.15tr	0.1	-0.04	-0.03
121	0	0.11	0.04	-0.06	0.03	0.05	0	0.08	0.07	-0.05	-0.04	-0.07
211	0.04	-0.02	0.06	0.12	0.06	0.03	-0.14	0.01	0.14	0.12	0	0.04
231	0.01	-0.1	0.03	0.1	0.01	0.03	-0.14	-0.05	0.08	0.09	-0.02	0.04
242	-0.12	-0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	-0.16tr	-0.04	0.11	0.07	-0.01	-0.01
243	0	-0.01	0.08	0.08	0.04	0.04	-0.14	0.02	0.14	0.09	-0.01	0.03
311	-0.01	-0.15tr	-0.03	0.12	0.11	0.06	-0.12	-0.12	0.01	0.07	0.04	0.06

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
312	-0.01	-0.09	0.06	0.14	0.03	0.04	-0.17tr	-0.04	0.12	0.14	-0.04	0.04
313	0.1	-0.07	0.06	0.12	0.08	0.04	-0.14	-0.04	0.09	0.14	0.01	0.1
324	-0.03	-0.19*	-0.04	0.14	-0.03	0.01	-0.13	-0.14	0	0.05	-0.03	0.06
511	-0.02	-0.04	0.01	0.07	0.15	0.07	-0.08	-0.04	0.04	0.05	0.07	0.04
512	-0.03	0.12	0.06	-0.06	0.03	0.05	0.01	0.08	0.06	-0.03	-0.04	-0.07

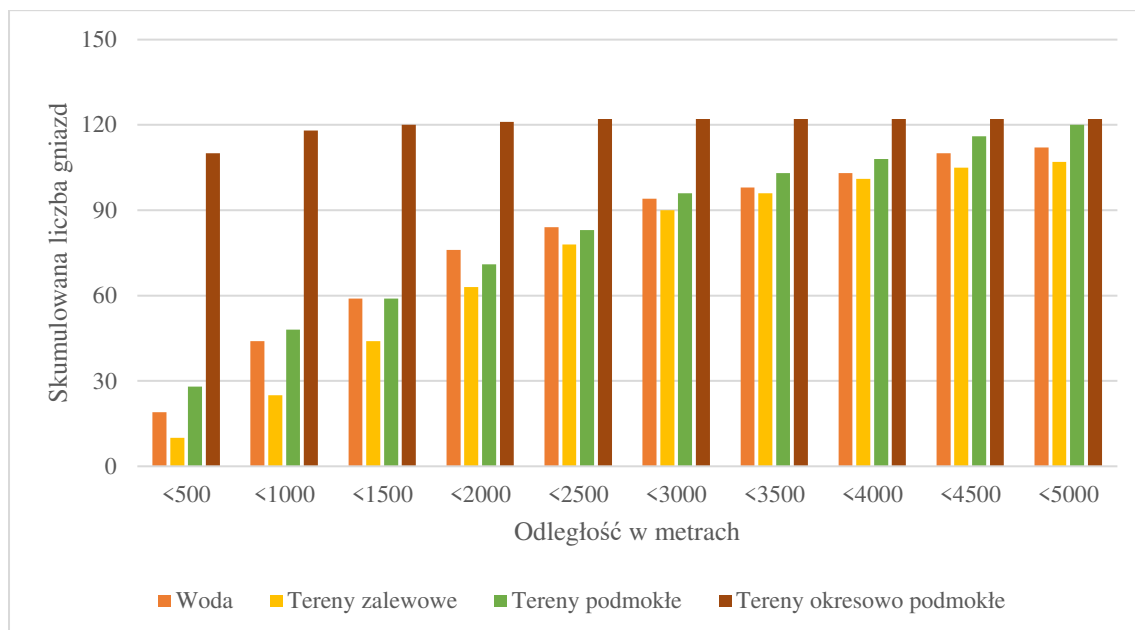
Na maksymalnej powierzchni badawczej (Tab. 20) istnieją tylko dwa negatywne trendy zależności lęgów udanych w pierwszej części okresu badawczego z długością granicy lasu iglastego (312) oraz wielkości terenów zajętych głównie przez rolnictwo z dużym udziałem terenów naturalnych (243).

Tab. 20 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 5 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelację dodatnie, pomarańczowy – ujemne.

CLC	Zajętość gniazda			Lęgi nieudane			Lęgi udane			Liczba młodych zdolnych do lotu		
	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018	2012	2018	Zmiana 2012 - 2018
112	0.06	0.02	0.03	0.09	0.03	0.01	-0.08	0.05	0.11	0.09	-0.02	-0.02
121	0.02	0	-0.03	0.03	-0.04	0	0.01	0.03	0.02	0.05	-0.03	-0.08
211	0.04	-0.03	0.06	0.12	0.06	0.03	-0.14	0.01	0.13	0.11	-0.01	0.04
231	0.02	-0.08	0.03	0.11	0.02	0.03	-0.13	-0.04	0.09	0.1	-0.03	0.03
242	-0.08	-0.06	0.07	0.05	0.05	0.07	-0.13	-0.03	0.09	0.08	0.01	0
243	-0.02	-0.04	0.06	0.11	0.06	0.04	-0.15tr	-0.01	0.13	0.11	-0.02	0.01
311	-0.02	-0.13	0	0.11	0.11	0.08	-0.13	-0.1	0.03	0.08	0.04	0.06
312	0	-0.07	0.07	0.13	0.02	0.02	-0.17tr	-0.02	0.14	0.13	-0.03	0.05
313	0.09	-0.06	0.04	0.12	0.06	0.03	-0.13	-0.03	0.09	0.14	-0.01	0.07
324	-0.05	-0.14	0.01	0.1	-0.01	0.03	-0.13	-0.1	0.03	0.05	-0.02	0.03
411	-0.05	0.1	0.08	-0.08	-0.01	0.03	0.08	0.09	0.01	-0.01	-0.02	-0.05
511	-0.01	-0.04	0.02	0.07	0.15	0.08	-0.09	-0.04	0.05	0.06	0.07	0.05
512	0.03	0.06	-0.02	-0.06	-0.02	0.01	0.04	0.06	0.02	0.02	0	-0.08

### 5.1.5 Woda jako element kluczowy lokalizacji gniazda

Przeanalizowano również odległości od poszczególnych gniazd bocianich do terenów mieszczących się w kategorii obszary wodne (por. 4.4.4). Na Rys. 30 przedstawiono skumulowaną liczbę gniazd znajdujących się w poszczególnych odległościach od danego typu obszaru wodnego. Na obszarze badawczym ponad 90% gniazd zlokalizowane jest w odległości mniejszej niż 500 m od terenów okresowo podmokłych. Połowa gniazd znajduje się w odległości mniejszej niż 1,5 km od wody lub terenów podmokłych. Mniej niż 2 km do terenów zalewowych ma 50% gniazd bociana białego.



**Rys. 30 Dystans pomiędzy gniazdami bociana białego a obszarami wodnymi**

Na tej podstawie stworzono model GLM do wyznaczenia, które odległości mają istotny wpływ na poszczególne parametry określające stan populacji bociana białego. Istotne statystyczne współczynniki modeli GLM uzyskano jedynie dla dwóch parametrów, zajętości gniazda oraz liczby młodych zdolnych do lotu (Tab. 21). Pozostałe dwa parametry bocianie miały współczynniki modelu jedynie o znamionach trendu. Na zajętość gniazda pozytywny wpływ ma wzrost odległości od terenów podmokłych i spadek odległości do terenów okresowo podmokłych. Liczba młodych bocianów zdolnych do lotu zwiększa się wraz ze zmniejszaniem się dystansu pomiędzy gniazdami bociana białego a terenami okresowo podmokłymi. Zauważalne są dwa trendy pomiędzy lęgami udanymi i nieudanymi a odległością od terenów zalewowych i terenów podmokłych. Im dalej od terenów zalewowych tym większa pewność, że lęgi będą nieudane. Natomiast wraz ze wzrostem odległości od terenów podmokłych, w tym bagien, wzrasta szansa na powodzenie lęgów.

Podsumowując, na obszarze badawczym występowanie terenów ujętych w kategorii „obszary wodne” ma nieznaczny wpływ na parametry opisujące populację bociana białego. Największy wpływ wykazują tereny okresowo podmokłe. Natomiast najczęściej zależności występuje pomiędzy występowaniem obszarów wodnych a wyborem miejsca gniazdowania.



Tab. 21 Uogólnione modele liniowe parametrów bocianich i wody (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie korelacje  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie korelacje  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze korelacje  $p < 0,001$  – ciemnozielony) dla 122 gniazd.

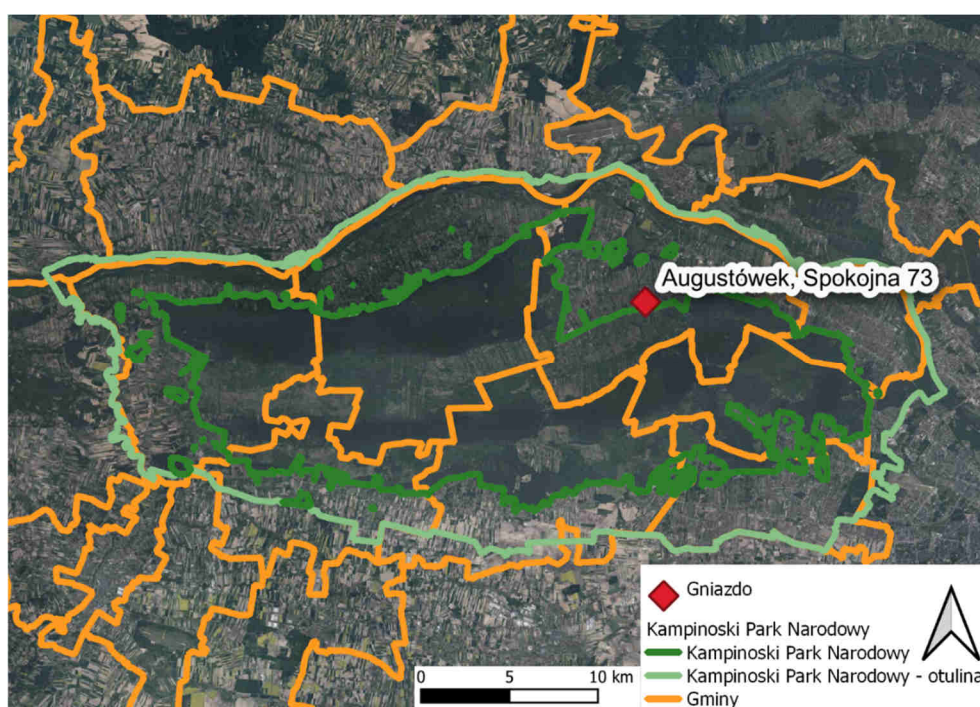
współczynniki GLM (Uogólnione modele liniowe)	Objętość gniazd	Lęgi gładkie	Lęgi udane	Liść młodych dołży do lotu
Odstępność do wody płytkiej i stojącej	brak	brak	brak	brak
Odstępność do trzaw błotnych	brak	0,197	brak	brak
Odstępność do trzaw podmokłych	0,4392	brak	0,3288	brak
Odstępność do trzaw okrzewo podmokłych	-1,7322	brak	brak	-0,583601
Rodzaj modelu	model dwumianowy (logitowy)			model identyfikacyjny (główki)

## 5.2 Parametry krajobrazowe a bocian biały

### 5.2.1 Analiza wewnątrz krajobrazowych (WAK) zasiedlanych przez bociana białego

#### 5.2.1.1 Gniazdo 1 – Augustówek

Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Augustówek na ul. Spokojnej w gminie Czarnów na granicy Kampinoskiego Parku Narodowego i otuliny (Rys. 31).

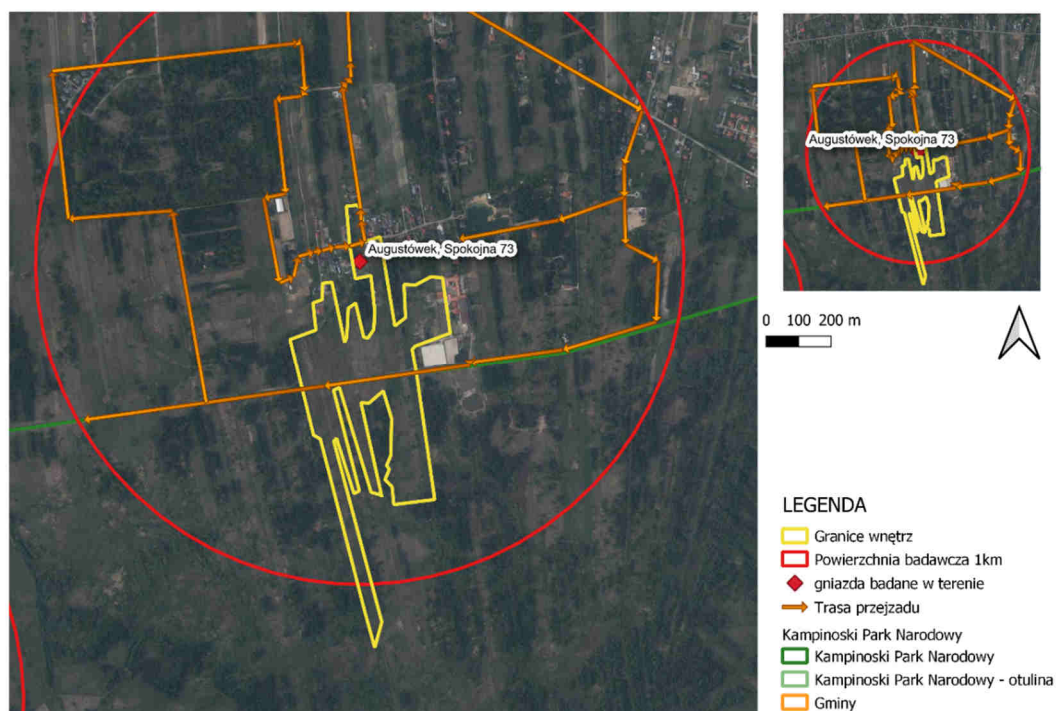


Rys. 31 Lokalizacja gniazda – Augustówek



## A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 32), które od północy sąsiaduje z zespołami wnętrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Sąsiedztwo od strony wschodniej stanowi stadnina koni z padokami ogrodzonymi białym parkanem. Reszta powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda bociana białego to wnętrza podobne do analizowanego. Mają charakter przyrodniczo – kulturowy a ich ściany tworzą zadrzewienia i pojedyncze budynki. Podłoga jest płaska pokryta łąkami i nieużytkami częściowo porastającymi nalotem młodych drzew i krzewów.



Rys. 32 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 1 w Augustówku.

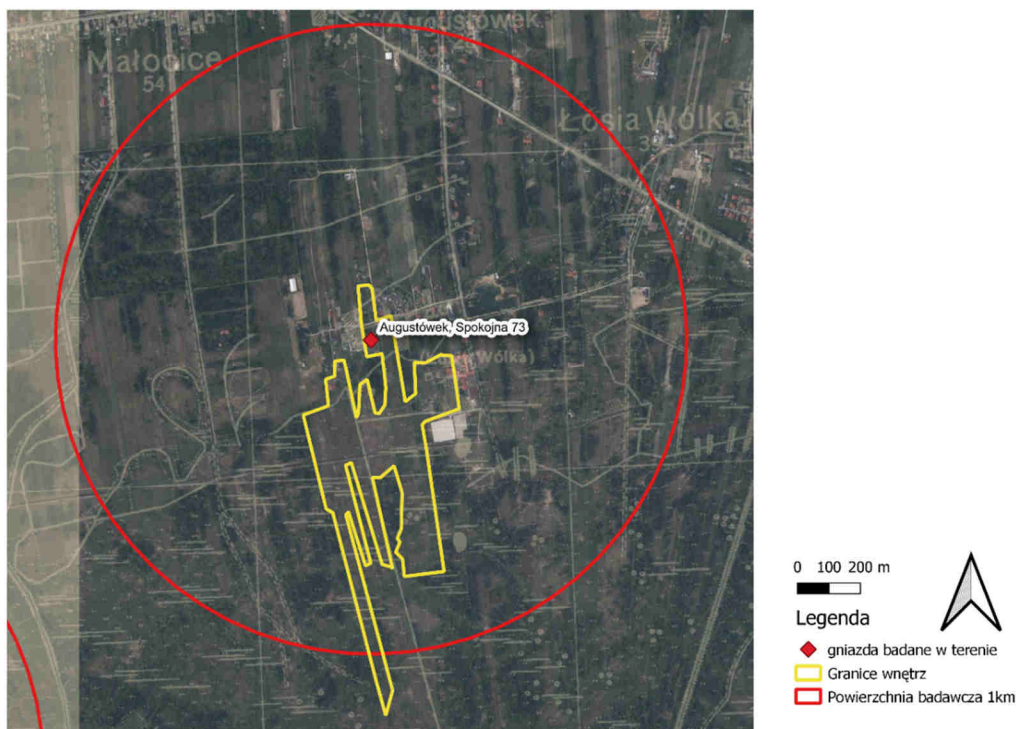
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 32):

B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dyszarmijne.

C. Model wnętrza (Rys. 33):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.



Rys. 33 Widok wnętrza w Augustówku na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 22,72 ha,
- długość osi północ – południe – 1368 m,
- długość osi wschód – zachód – 495 m,
- długość ścian wyznaczających wnetrze – 6176 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarcie w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 1, Fot. 2, Fot. 3):

- rodzaj ścian – większość ścian > 30% stanowią zwarte zadrzewienia wysokie z gatunków liściastych i krzewów liściastych, pozostałe to fasady budynków i ogrodzenia;
- rodzaj podłogi – płaską podłogę stanowią łąki i nieużytki z niewielkimi podrostami drzew i krzewów;
- linie prowadzenia - czarna żuźlowa droga, droga gruntowa, rów;

- dominanta – brak;
- akcenty – gniazdo umieszczone na słupie betonowym stojącym na prywatnej posesji. Budynek siedlisk wiejskich z przewagą elewacji w kolorze białym. Ściany budynków stanowiących część ścian wnętrza.



**Fot. 1. Widok wnętrza w Augustówku 73, budynek w kolorze białym należący do dodatkowego siedliska wiejskiego stanowi jeden z akcentów wnętrza. Droga gruntowa tworzy linię prowadzenia.**



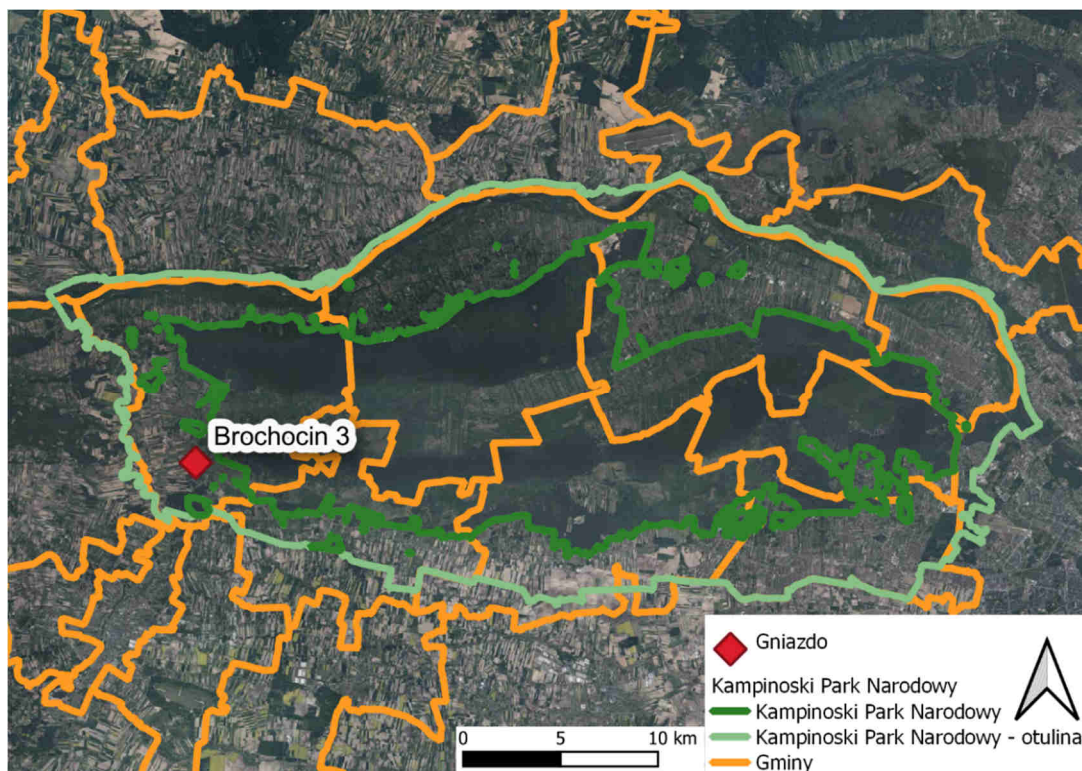
**Fot. 2. Widok wnętrza w Augustówku 73, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym.**



**Fot. 3. Widok wnętrza w Augustówku 73, droga z nawierzchnią tłuczniową tworzy linię prowadzenia przez wnętrza.**

### 5.2.1.2 Gniazdo 2 – Brochocin nr. 3

Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Brochocin w gminie Brochów. Cała powierzchnia badawcza wyznaczona okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda znajduje się w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 34).

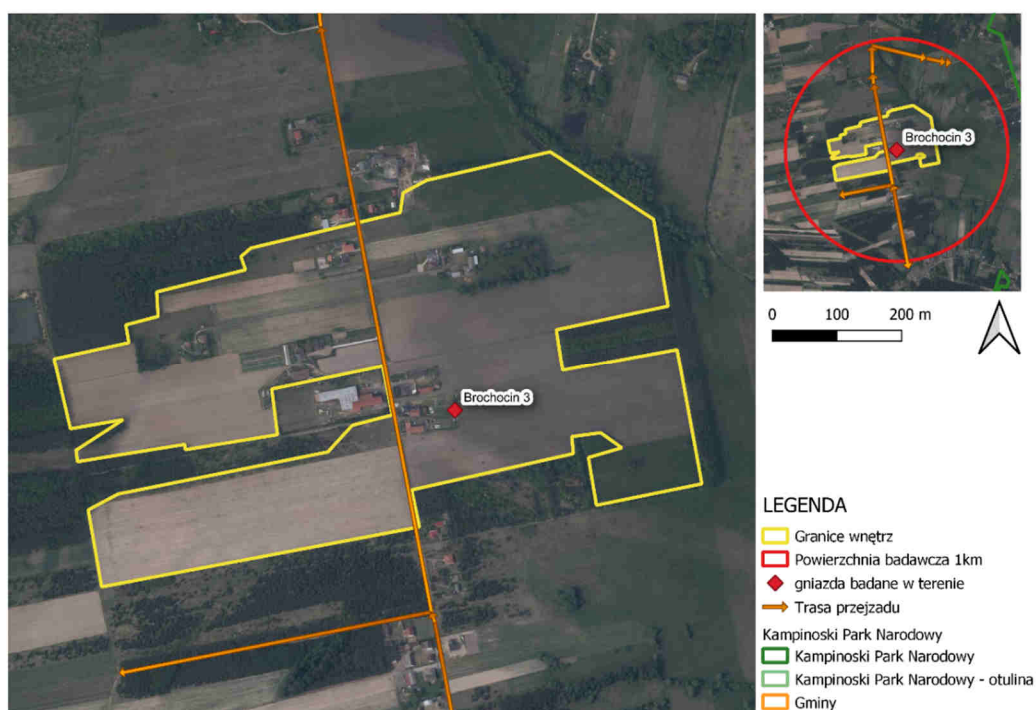


**Rys. 34 Lokalizacja gniazda – Brochocin**



## A. Tło krajobrazowe

Od południa wewnątrz sąsiaduje z zespołem wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż drogi z udziałem zieleni. Pozostałe wewnątrz na powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to wewnątrz podobne do wewnątrz analizowanego. Mają charakter przyrodniczo – kulturowy. Są to stosunkowo rozległe wewnątrz a ich ściany stanowią zadrzewienia i pojedyncze posesje prywatne, podłoga to przede wszystkim pola uprawne z niewielką ilością użytków zielonych (łąki i pastwiska).



**Rys. 35 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 2 w Brochocinie.**

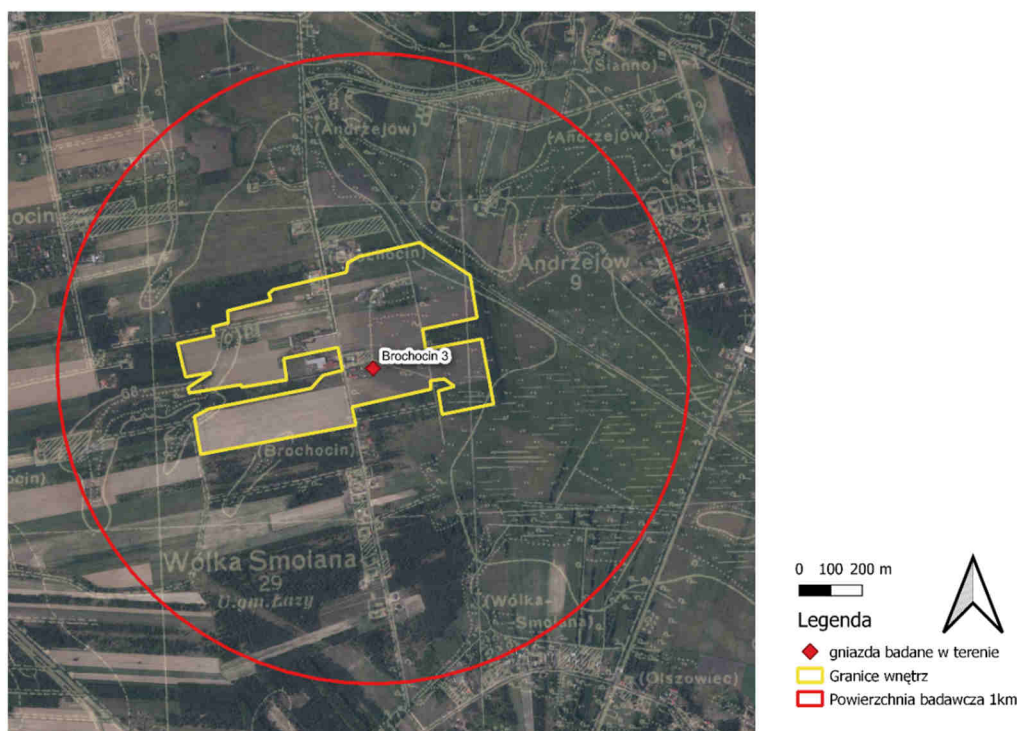
Opis wewnątrz krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 35):

## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe zdegradowane.

## C. Model wewnątrz (Rys. 36):

- historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny.



Rys. 36 Widok wnętrza w Brochocinie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 37,45 ha,
- długość osi północ – południe – 673 m,
- długość osi wschód – zachód – 1002 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 4672 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza konkretne ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach.

F. Charakter wnętrza (Fot. 4, Fot. 5, Fot. 6):

- rodzaj ścian - większość ścian > 30% stanowią zwarte zadrzewienia wysokie i krzewy z gatunków mieszanych, pozostałe to fasady budynków jednorodzinnych i ogrodzenia;
- rodzaj podłogi – pola uprawne na płaskim terenie
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta - aleja niskich drzew z koroną w kształcie kuli wzdłuż białej drogi;
- akcenty – wprowadzające rytm liczne słupy energetyczne. Gniazdo znajdujące się na słupie betonowym ustawionym na granicy prywatnej nie

ogrodzonej posesji otoczonej polami uprawnymi, do 2012 roku znajdowało się na dębie. Kiszonka w białej folii. Pojedyncze posesje prywatne, ogrodzone i otoczone zadrzewieniami z budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi.



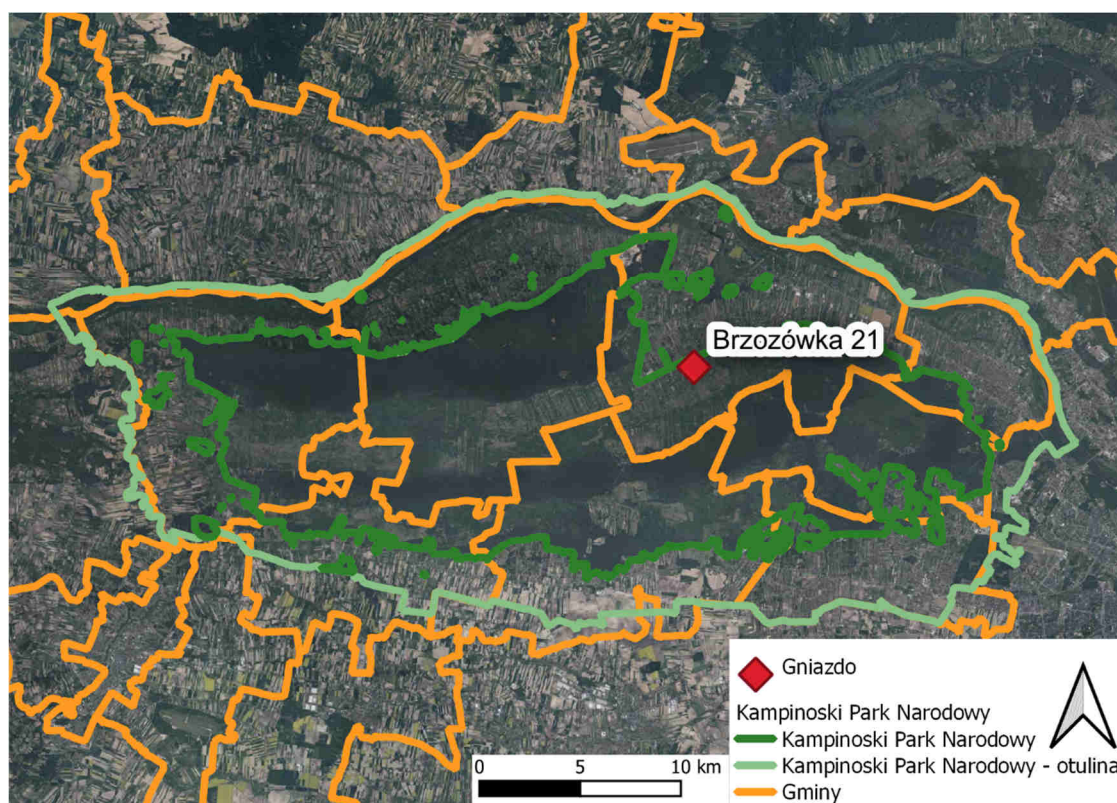
Fot. 4. Widok wnętrza w Brochocinie, gospodarczy budynek dawny stanowi akcentów wnętrza. Droga asfaltowa tworzy linię

Fot. 5. Widok wnętrza w Brochocinie, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, słupy energetyczne budujące rytm. Podłużna hałda kiszonki i budynek jednorodzinny stanowią akcenty.

Fot. 6. Widok wnętrza w Brochocinie na negatywnie oddziałujące na wartość wizualną krajobrazu dominantę w formie alei drzew z kulistymi koronami oraz słupy energetyczne.

### 5.2.1.3 Gniazdo 3 – Brzozówka 21

Gniazdo zlokalizowane we wsi Brzozówka w gminie Czosnów znajduje się na północny Kampinoskiego Parku Narodowego przy granicy z otuliną (Rys. 37).

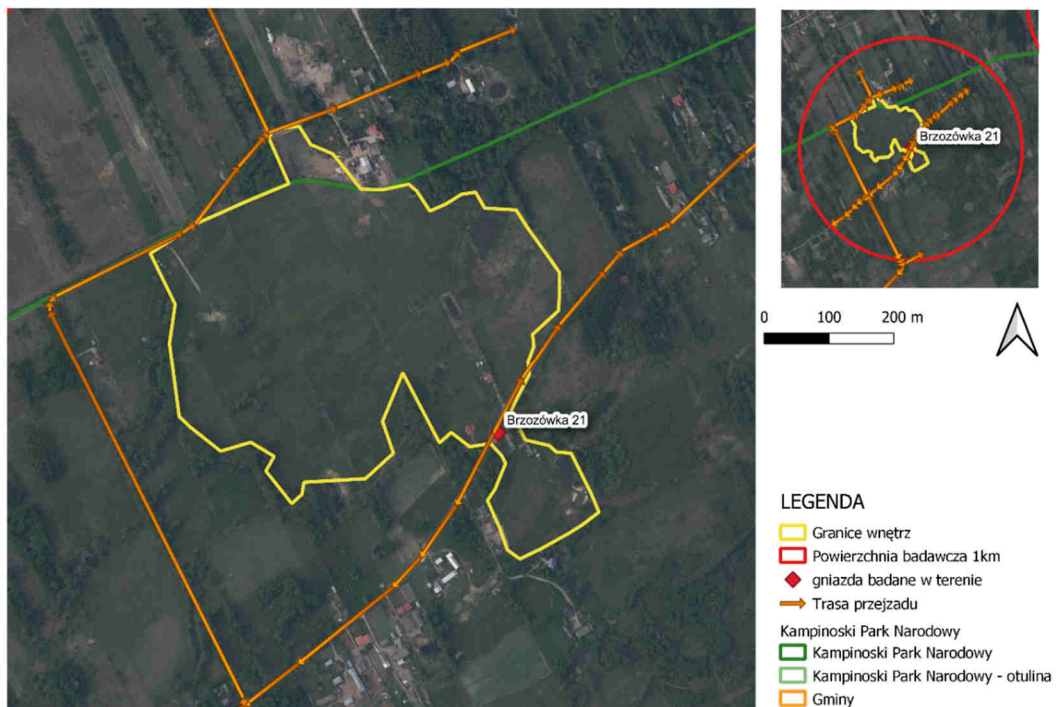


Rys. 37 Lokalizacja gniazda – Brzozówka



## A. Tło krajobrazowe

Wnętrze to sąsiaduje z trzema zespołami drobnych wnetrz tworzonych przez przylegające do siebie i ogrodzone posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Większość wnetrz na powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to wnętrza mające charakter przyrodniczo – kulturowy. Są to średniej wielkości wnętrza, ich ściany tworzą zadrzewienia i pojedyncze posesje prywatne. Podłoga jest płaska składająca się przede wszystkim z użytków zielonych (łąki i pastwiska) oraz niewielkiej ilości pól uprawnych. W sąsiedztwie za wschodnią ścianą wnętrza nr 3 dominują niewielkie wnętrza przyrodnicze tj. polanki wśród zadrzewień.



**Rys. 38 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr. 3 w Brzozówce.**

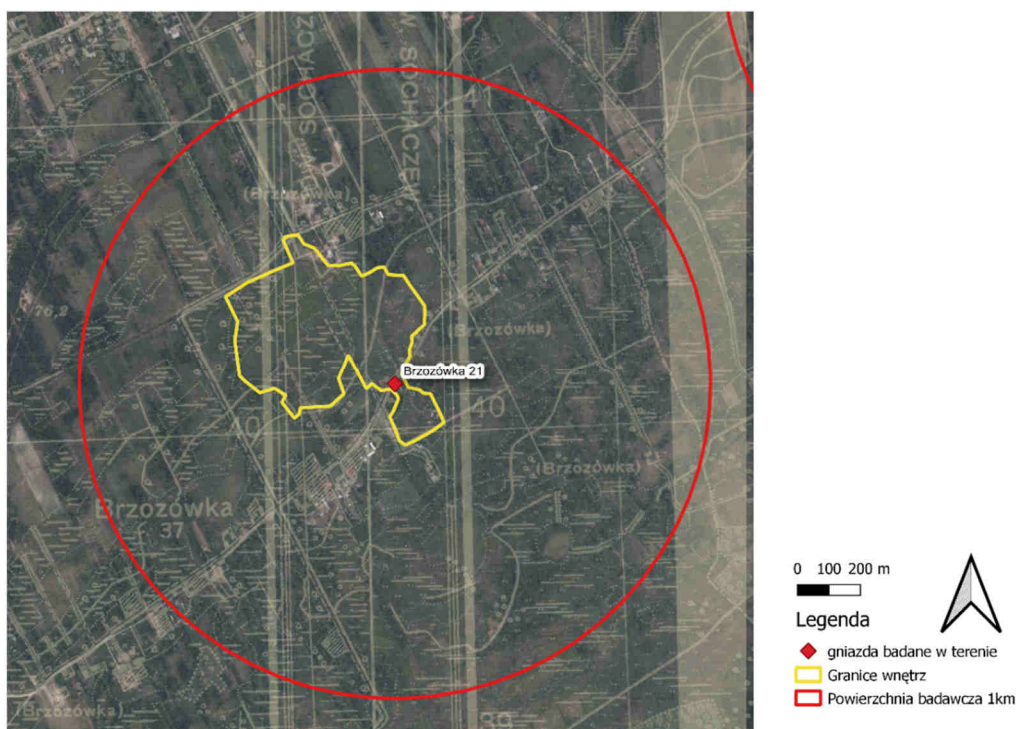
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 38):

## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dyszarmiczne.

## C. Model wnętrza (Rys. 39):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.



Rys. 39 Widok wnętrza w Brzozówce na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 24,54 ha,
- długość osi północ – południe – 669 m,
- długość osi wschód – zachód – 693,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 2802 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza obiektywne około 50 % otwarcie w ścianach.

F. Charakter wnętrza (Fot. 7, Fot. 8):

- rodzaj ścian – grupy wysokich drzew liściastych i pojedyncze, przydrożne drzewa z zakrzaczeniami;
- rodzaj podłogi – użytki zielone (łąki i pastwiska) na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta – posesja prywatna z domem jednorodzinny o jasnych ścianach i czerwonym dachu, widoczna z każdego miejsca wnętrza;
- akcenty – niewielkie stawy, pojedyncze zadrzewienia i zakrzaczenia. Gniazdo, które ulokowane jest na słupie betonowym przy drodze.





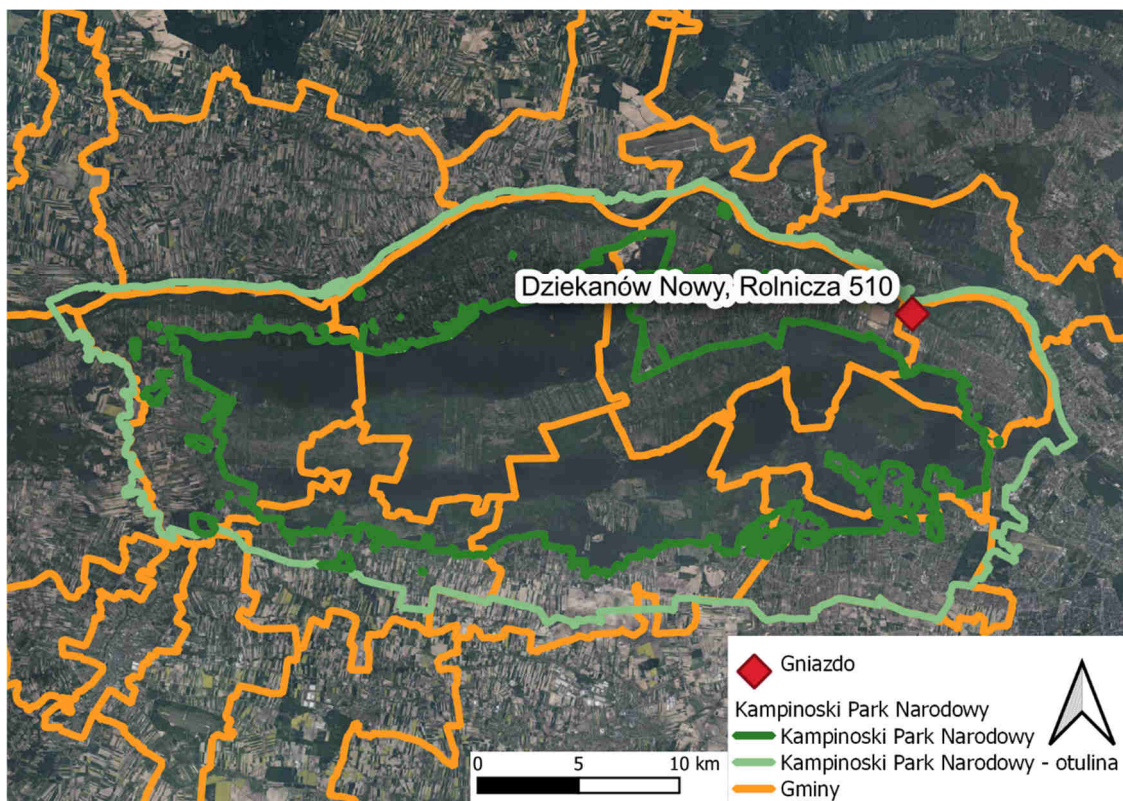
Fot. 7. Widok wnętrza w Brzozówce, droga asfaltowa jako linia prowadzenia, posesja prywatna z jasną elewacją budynku mieszkalnego jako dominantą.



Fot. 8. Widok wnętrza w Brzozówce, zlokalizowanego w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym.

#### 5.2.1.4 Gniazdo 4 – Dziekanów Nowy

We wsi Dziekanów Nowy w gminie Łomianki (Rys. 40) gniazdo ulokowane jest na słupie betonowym wolnostojącym na prywatnej posesji. Znajduje się w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego, ale część powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda nie należy do Parku.

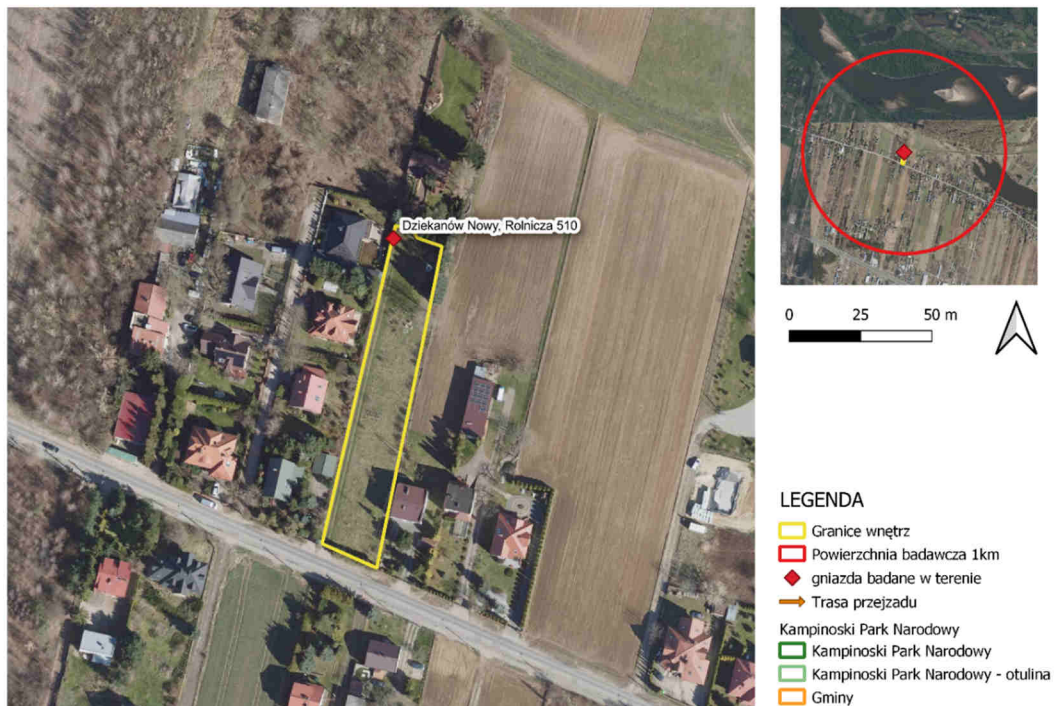


Rys. 40 Lokalizacja gniazda – Dziekanów Nowy

#### A. Tło krajobrazowe

Wnętrze z gniazdem od północy sąsiaduje z makrownętrzem koryta rzeki w którym akcentami są łachy i wyspy. Pozostałe otoczenie to małe i średnie wnętrza o charakterze przyrodniczo – kulturowym. Ich ściany tworzą przede wszystkim

grupy drzew i pojedyncze budynki. Płaską podłogę budują użytki zielone i pola. Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 40), które od północy sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie ogrodzone posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg.



**Rys. 41 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr. 4 w Dziekanowie Nowym.**

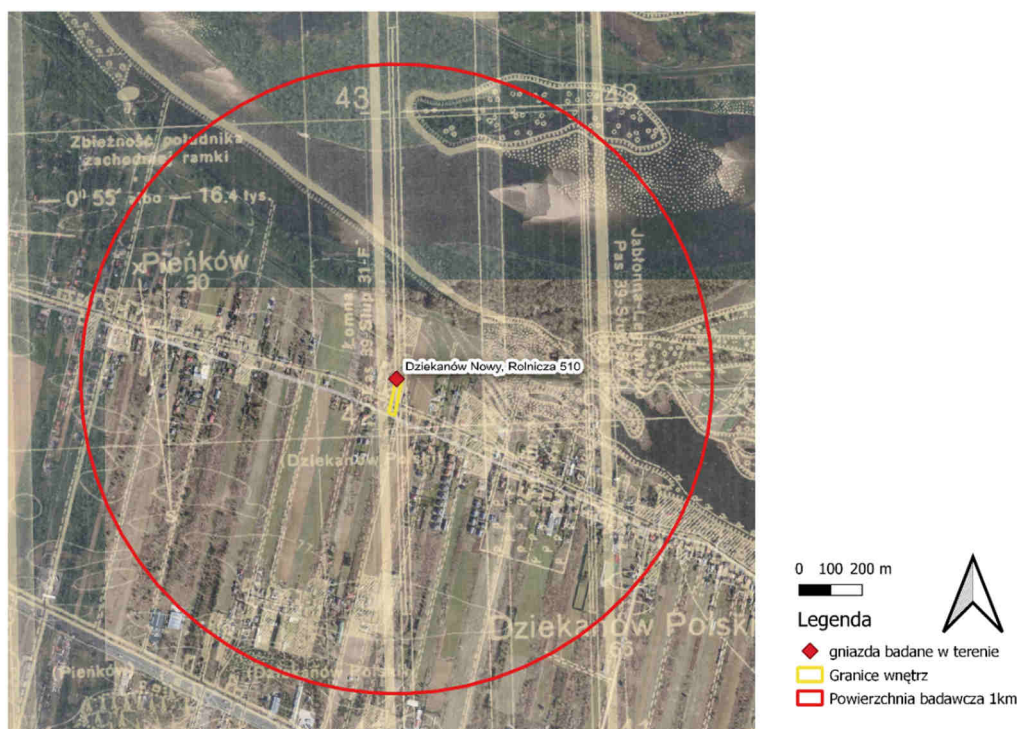
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 41):

B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 42):

- dominujący współczesny stosunkowo harmonizujący z dawnym.



Rys. 42 Widok wnętrza w Dziekanowie Nowym na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 0,22 ha,
- długość osi północ – południe - 120 m,
- długość osi wschód – zachód – 42 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 269 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30% otwarcie ścian).

F. Charakter wnętrza (Fot. 9):

- rodzaj ścian – ogrodzenia i szpalery drzew mieszanych;
- rodzaj podłogi – trawnik na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – dojazd od bramy w kierunku domu;
- dominanty – rytmicznie ustawione słupy energetyczne;
- akcenty – pojedyncze drzewa i krzewy ozdobne.

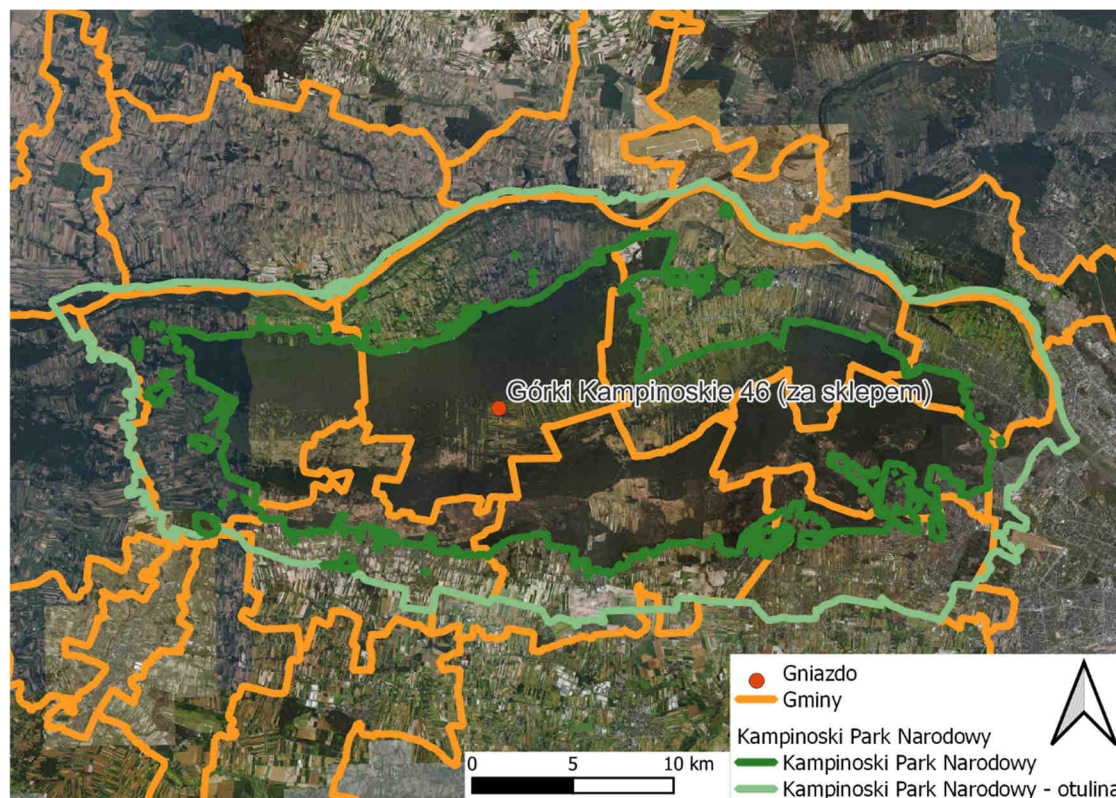




Fot. 9. Widok wnętrza w Dziekanowie Nowym

### 5.2.1.5 Gniazdo 5 – Górki Kampinoskie

Gniazdo zlokalizowane pod adresem Górki Kampinoskie 46 w gminie Leoncin, znajduje się w całości na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego, w jego centralnej części (Rys. 43).

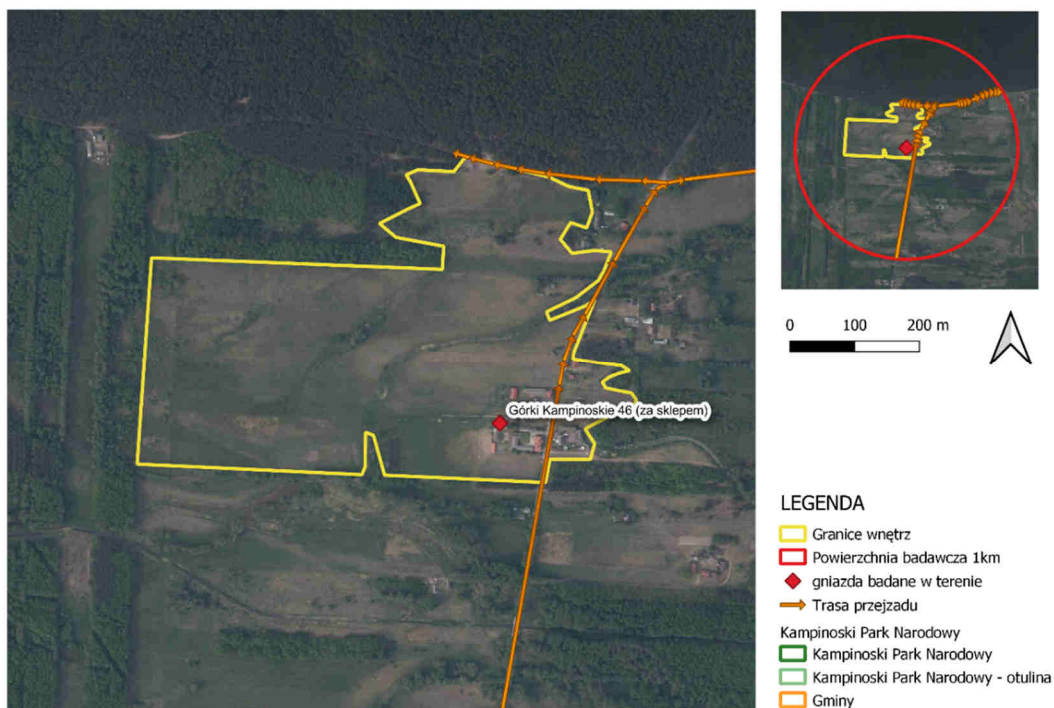


Rys. 43 Lokalizacja gniazda nr 5 – Górki Kampinoskie

#### A. Tło krajobrazowe

Od północy wewnątrz z gniazdem nr 5 sąsiaduje z lasem iglastym. Zachodnia strona to pasowy układ naprzemienny zadrzewień i zarastających nieużytków. Ponadto w sąsiedztwie występują wnętrza podobne do analizowanego. Są to średniej wielkości wnętrza, najczęściej wyznaczone przez zadrzewienia o naturalnej formie,

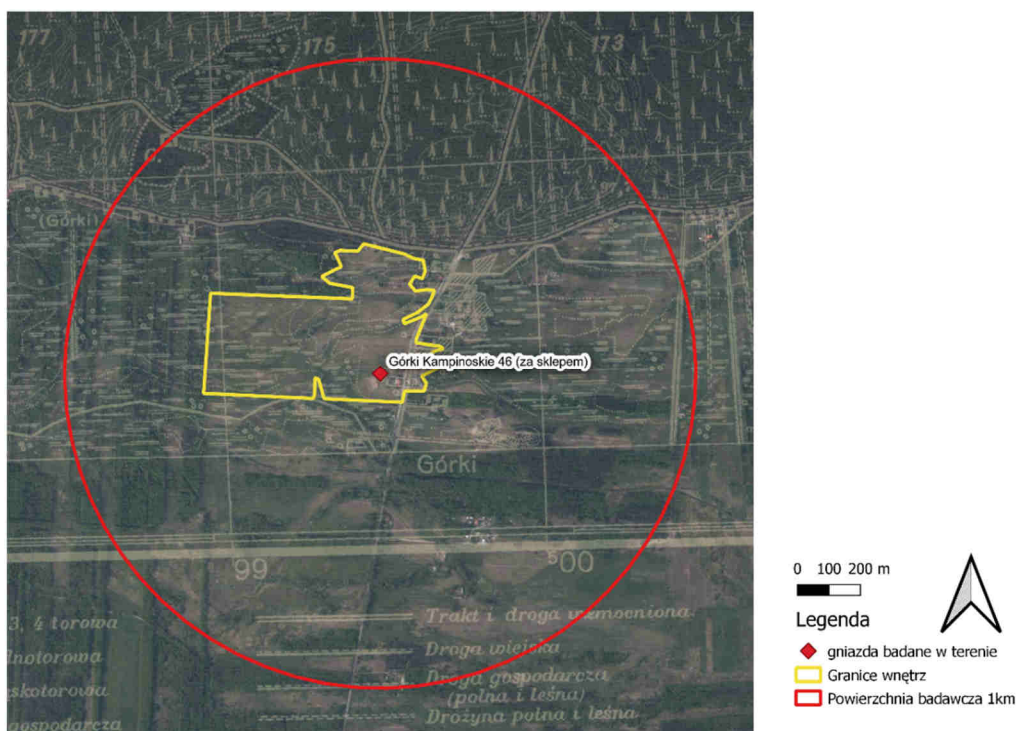
których podłogę stanowią łąki i nieużytki z niewielkimi podrostami drzew i krzewów. Akcentami lub dominantami są zabudowania zagrodowe.



Rys. 44 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 5 w Górkach Kampinoskich

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 44):

- B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:
- przyrodniczo – kulturowe podlegające odnowie.
- C. Model wnętrza (Rys. 45):
- historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny.



Rys. 45 Widok wnętrza w Górkach Kampinoskich na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia 26,18 ha,
- długość osi północ – południe – 505 m,
- długość osi wschód – zachód – 771 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 3059 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

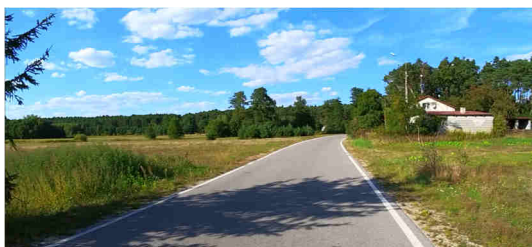
- wnętrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć ścian)

F. Charakter wnętrza (Fot. 10, Fot. 11):

- rodzaj ścian - ściany stanowią zwarte zadrzewienia wysokie z gatunków liściastych i krzewów liściastych oraz granica lasu iglastego;
- rodzaj podłogi - podłogę stanowią łąki i nieużytki z niewielkimi podrostami drzew i krzewów na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta – prywatna posesja z gniazdem umieszczonym na słupie betonowym, pojedynczym;



- akcenty – murowane ogrodzenie, wiata przystankowa, grupa wysokich drzew o naturalnej formie w centrum wnętrza.



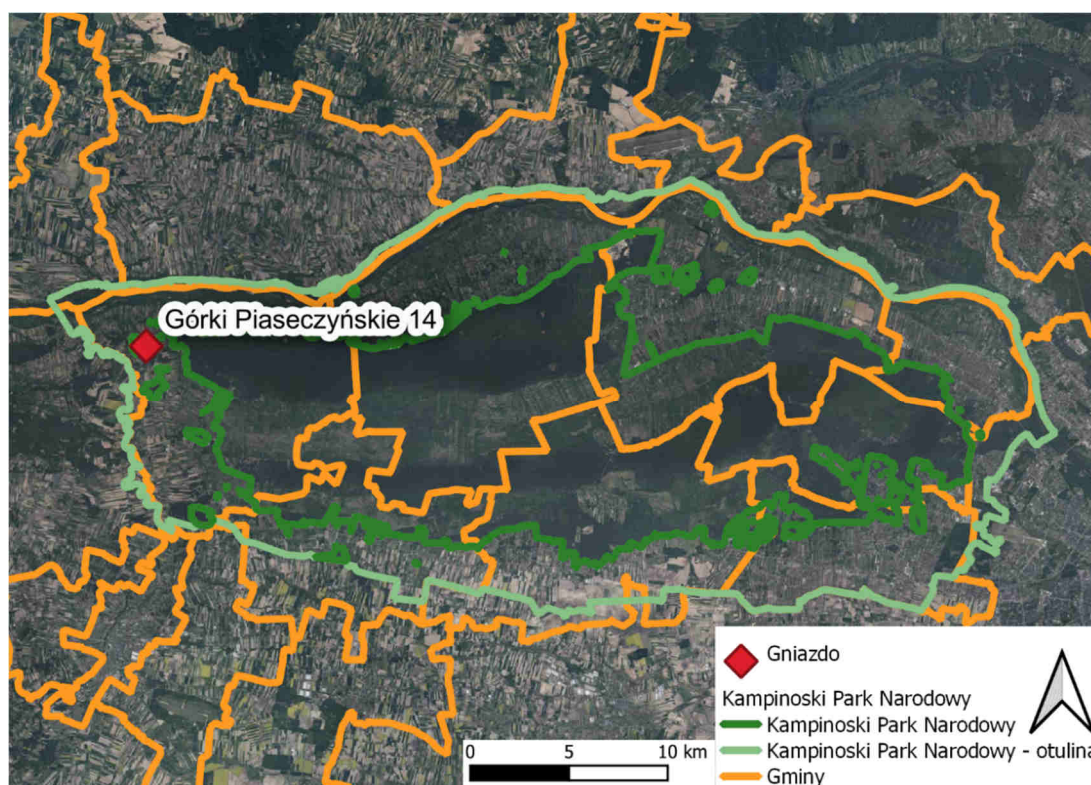
Fot. 10. Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich, linia prowadzenia droga asfaltowa, w krajobrazie przyrodniczo - kulturowym



Fot. 11. Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, dominanta grupa wysokich drzew w centrum wnętrza

### 5.2.1.6 Gniazdo 6 – Górki Piaseczyńskie

Gniazdo zlokalizowane we wsi Górki Piaseczyńskie w gminie Brochów znajduje się w Zachodniej części otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 46). W promieniu ok. 1 km wokół gniazda znajdują się również pojedyncze fragmenty Parku.

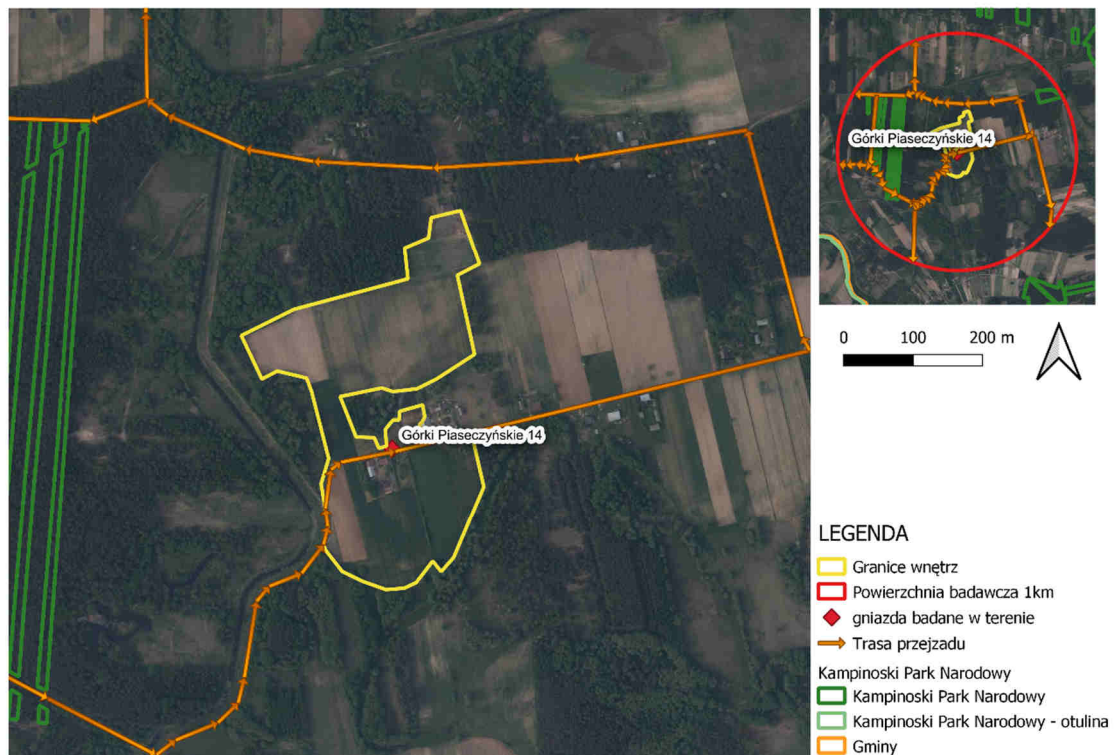


Rys. 46 Lokalizacja gniazda nr 6 – Górkach Piaseczyńskie

#### A. Tło krajobrazowe

Zachodnią granicę wnętrza krajobrazowego stanowi wał przeciwpowodziowy zlokalizowany wzdłuż cieku wodnego, za którym znajduje się las. Z pozostałych

stron sąsiedztwo wyznaczonego wnętrza stanowi mozaika niewielkich pól i fragmentów lasu.



Rys. 47 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo nr 6 bociana białego w Górkach Piaseczyńskich.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 47):

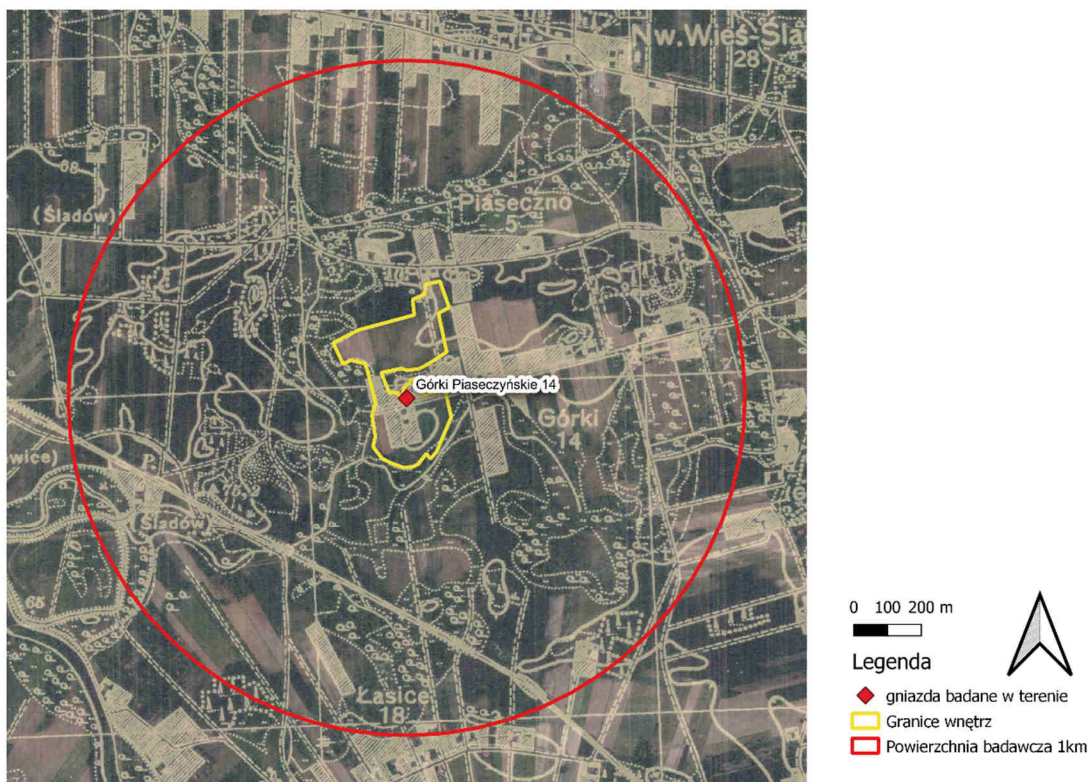
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 48):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.





Rys. 48 Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia 9,35 ha,
- długość osi północ – południe – 459 m,
- długość osi wschód – zachód – 349 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 2024 m.

#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach wnętrza).

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 12, Fot. 13):

- rodzaj ścian – wał przeciwpowodziowy, zwarte zadrzewienia wysokie z gatunków liściastych i iglastych oraz krzewów liściastych;
- rodzaj podłogi – pola uprawne, pastwisko i wybieg dla krów na terenie płaskim;
- linie prowadzące – droga asfaltowa;

- dominanta - gniazdo zlokalizowane na przydrożnym słupie porośniętym winobluszczem;
- akcenty – bele siana ułożone w pryzmy (Fot. 13).



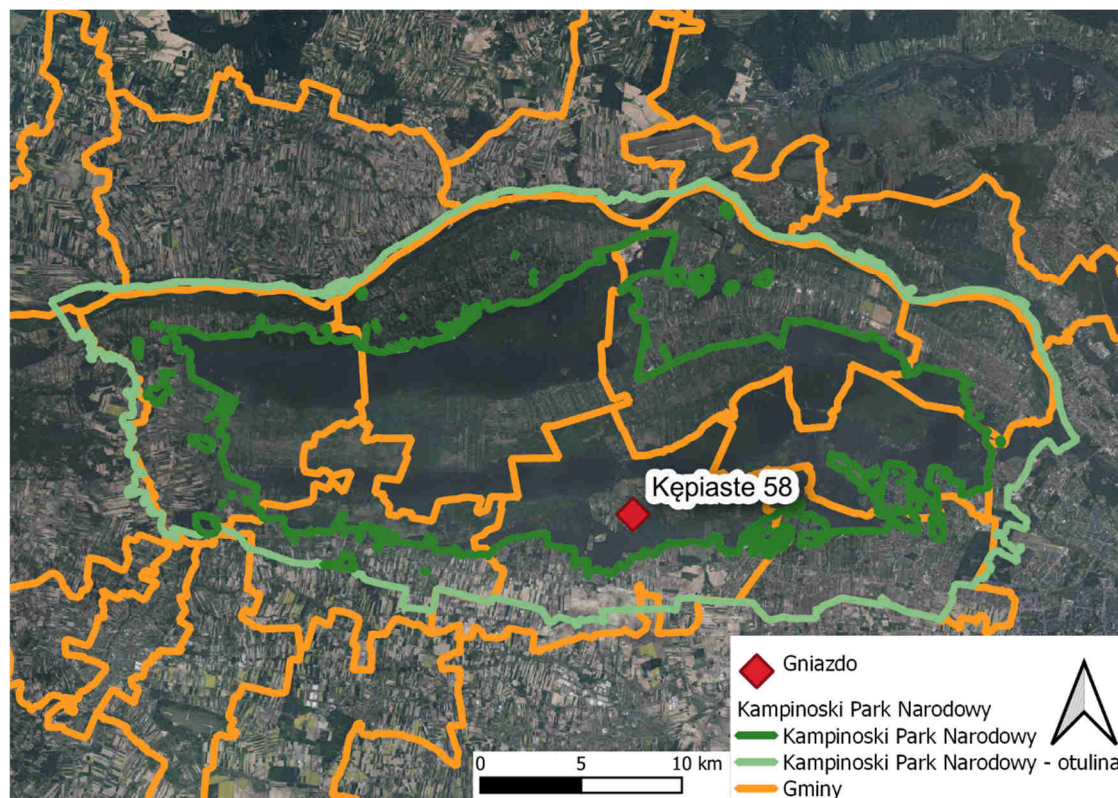
Fot. 12. Widok na wnętrze w Górkach Piaseczyńskich w krajobrazie przyrodniczo-kulturowym



Fot. 13. Widok na wnętrze w Górkach Piaseczyńskich na dominantę, jaką jest gniazdo oraz linie prowadzącą – drogę asfaltową

### 5.2.1.7 Gniazdo 7 – Kępiaste

Gniazdo zlokalizowane jest w miejscowości Kępiaste w gminie Leszno, jest to centralna część Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 49).

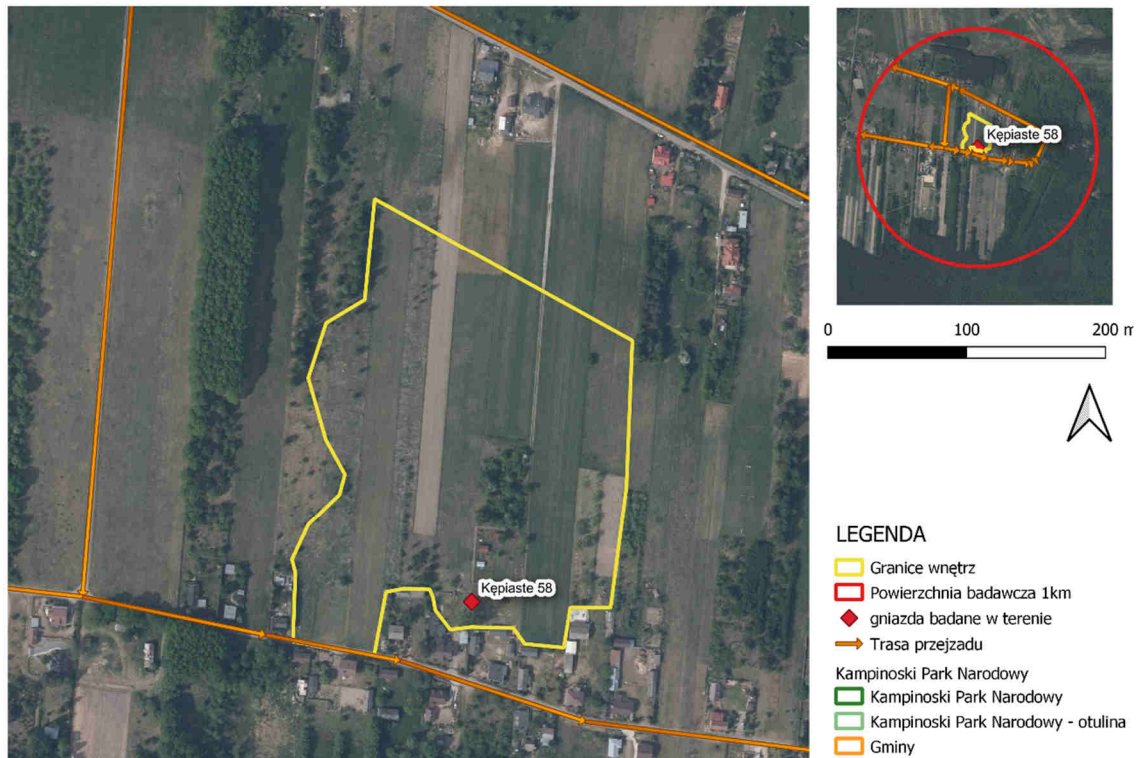


Rys. 49 Lokalizacja gniazda – Kępiaste

#### A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 50), które od północy i zachodu sąsiaduje z zespołami wnętrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje

prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Pomędzy nimi rozciągają się pasowo pola uprawne, użytki zielone i zadrzewienia. W sąsiedztwie po stronie zachodniej znajduje się również stadnina koni z padokami. Od zachodu oraz południa na powierzchni badawczej wyznaczonej przez okrąg o promieniu 1 km wokół gniazda znajduje się las iglasty.



**Rys. 50** Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 7 w Kępiastym.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 50):

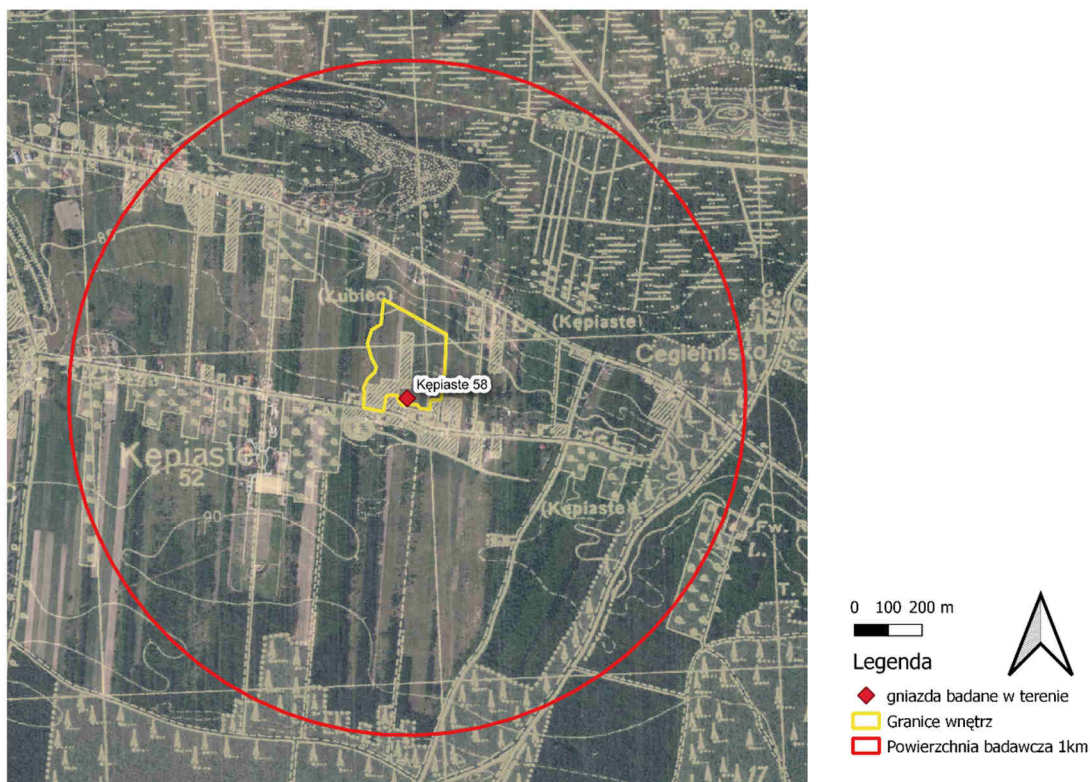
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 51)

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.





Rys. 51 Widok wnętrza w Kępiastym na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 5,68 ha,
- długość osi północ – południe – 330 m,
- długość osi wschód – zachód – 245 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 1080 m.

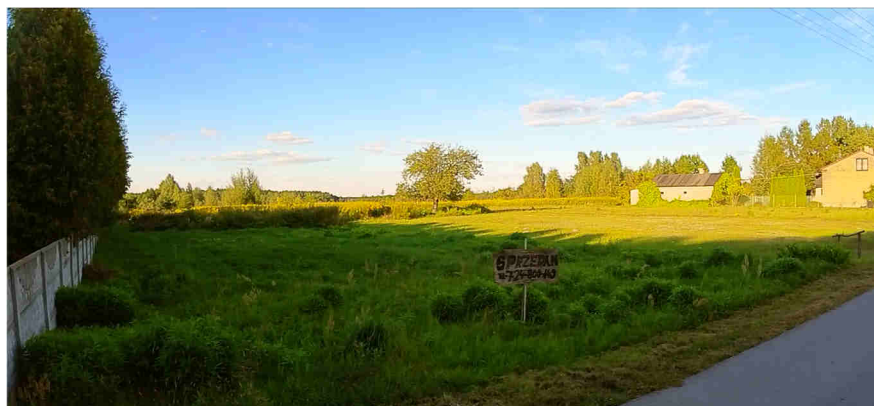
#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze subiektywne (ściany odbierane subiektywnie – powyżej 60 % otwarć w ścianach).

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 14):

- rodzaj ścian – granica skarpy, luźne zadrzewienie i zakrzaczenia gatunków mieszanych oraz ogrodzenia i ściany budynków;
- rodzaj podłogi – pola użytki zielone i nieużytki na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – brak;
- dominanta – brak;

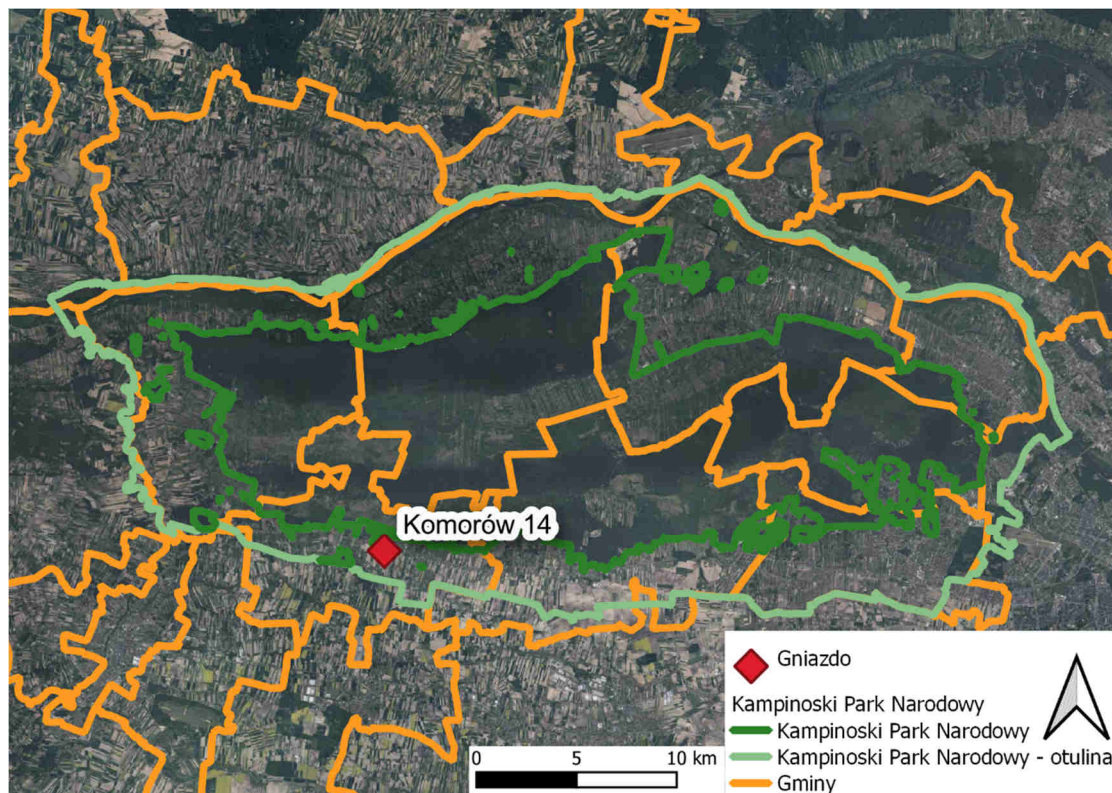
- akcenty – gniazdo ulokowane obecnie na słupie drewnianym na prywatnej posesji oraz samotne duże drzewo owocowe.



Fot. 14 Widok na wnętrze w Kępiastym usytuowanym w krajobrazie przyrodniczo-kulturowym. Widoczny jest akcent w postaci samotnego dużego drzewa owocowego

### 5.2.1.8 Gniazdo 8 – Komorów

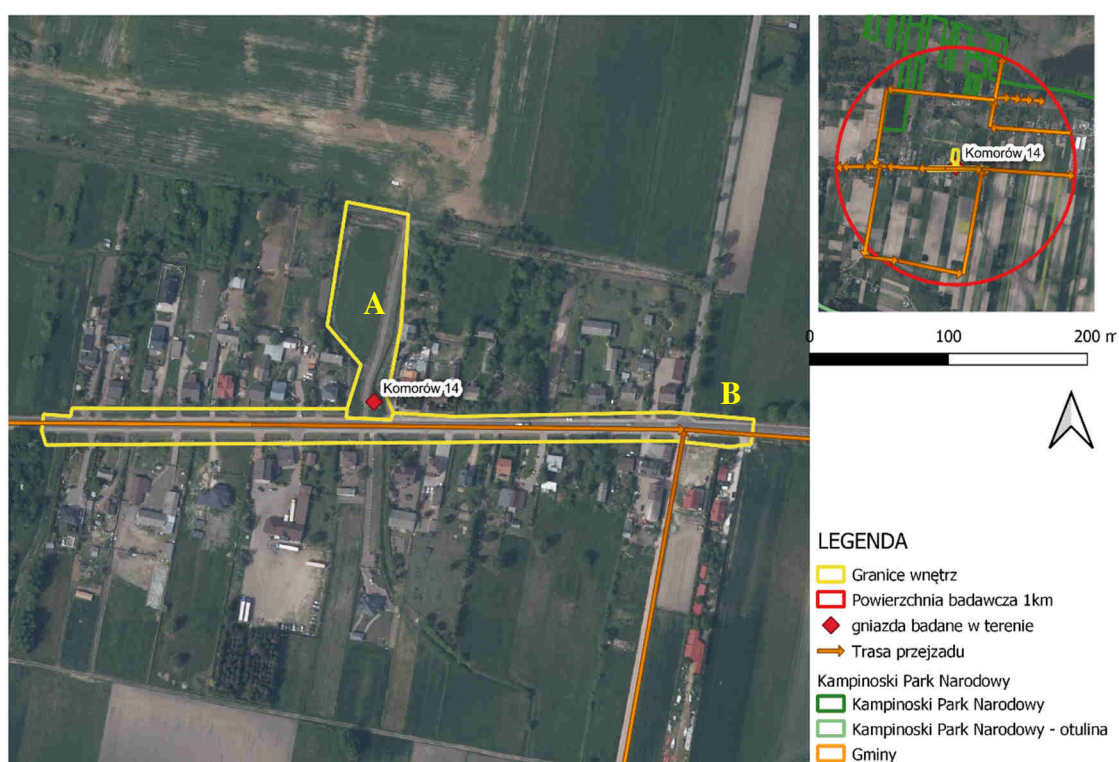
Gniazdo zlokalizowane pod adresem Komorów 14 w gminie Kampinos, znajduje się na terenie otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 52). Na powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda znajdują się również pojedyncze fragmenty Parku.



Rys. 52 Lokalizacja gniazda nr 8 – Komorów

## A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 53), które sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Południowe sąsiedztwo to makrownętrze, którego podłogę pokrywają pola i użytki zielone. Wśród akcentów pojawiają się pojedyncze drzewa i krzewy rosnące na miedzach a elementami dominującymi i dysharmonizującymi są słupy wysokiego napięcia. Od północy pojawiają się średniej wielkości wnętrza których ściany częściowo tworzą zwarte zadrzewienia gatunków mieszanych.



Rys. 53 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 8 w Komorowie.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 53):

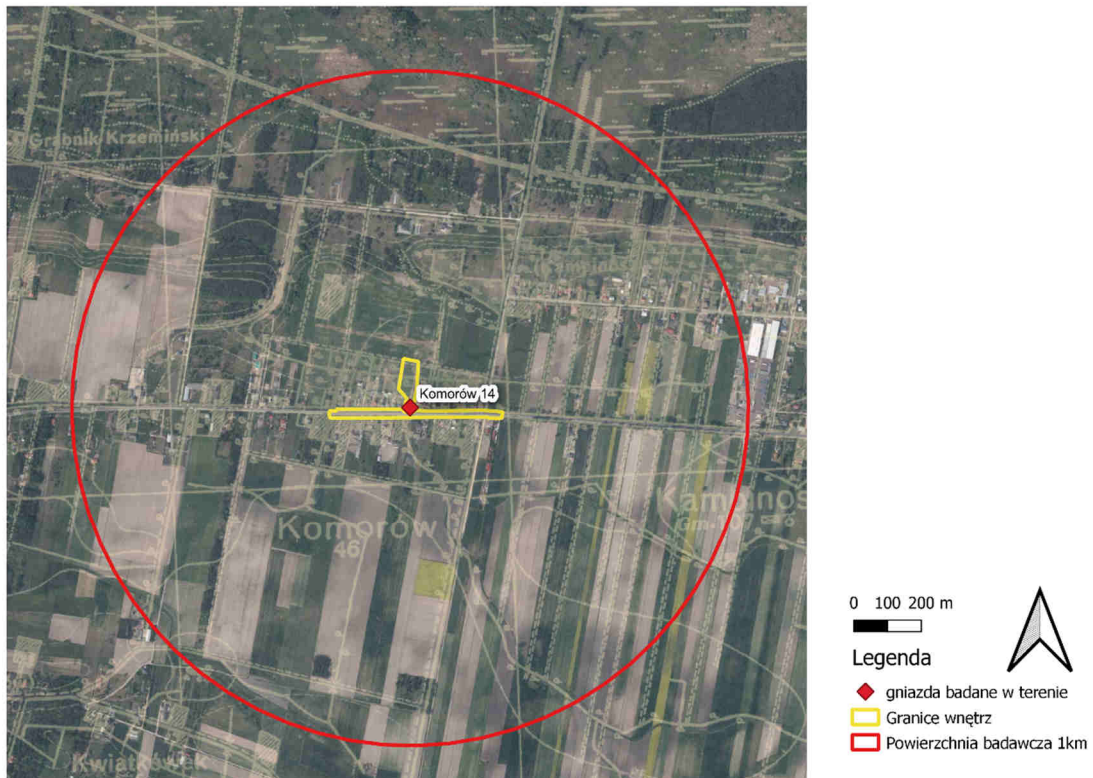
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- wnętrze A - przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne,
- wnętrze B – kulturowe dysharmonijne.



C. Model wnętrza (Rys. 54):

- wnętrze A – dominujący współczesny stosunkowo harmonizujący z dawnym,
- wnętrze B - dominujący współczesny stosunkowo harmonizujący z dawnym.



Rys. 54 Widok wnętrza w Komorowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

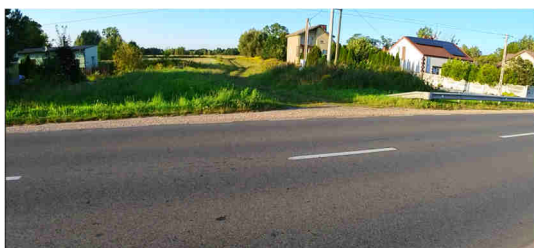
- powierzchnia – A: 0,63 ha, B: 1,12 ha,
- długość osi północ – południe – A: 157 m, B: 28 m,
- długość osi wschód – zachód – A: 58 m, B: 513 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze –A: 396 m, B: 1077 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

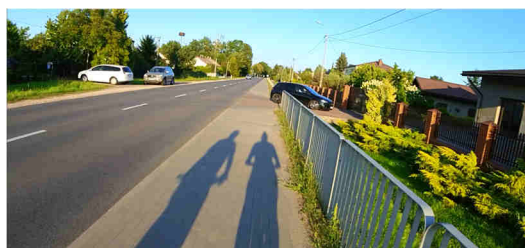
- wnętrze A - wnętrze obiektywne,
- wnętrze B - wnętrze obiektywne.

## F. Charakter wnętrza (Fot. 15, Fot. 16):

- rodzaj ścian - we wnętrzu A ogrodzenia, ściany budynków oraz ażurowe zadrzewienia i krzewy liściaste. We wnętrzu B ogrodzenia i słupy z rozciągniętymi przewodami wzdłuż jezdni oraz drzewa zamykające widok;
- rodzaj podłogi – we wnętrzu a łąka, we wnętrzu B asfaltowa ulica, chodnik z kostki brukowej i trawniki na poboczu. W obu wnętrzach podłoga jest płaska.
- linie prowadzące – we wnętrzu A jest to droga gruntowa, we wnętrzu B droga asfaltowa;
- dominanta – we wnętrzu A gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym;
- akcenty – we wnętrzu B drzewa na poboczu jezdni i kapliczka.



**Fot. 15** Widok na wnętrze krajobrazowe A w Komorowie. Linia prowadzenia droga gruntowa

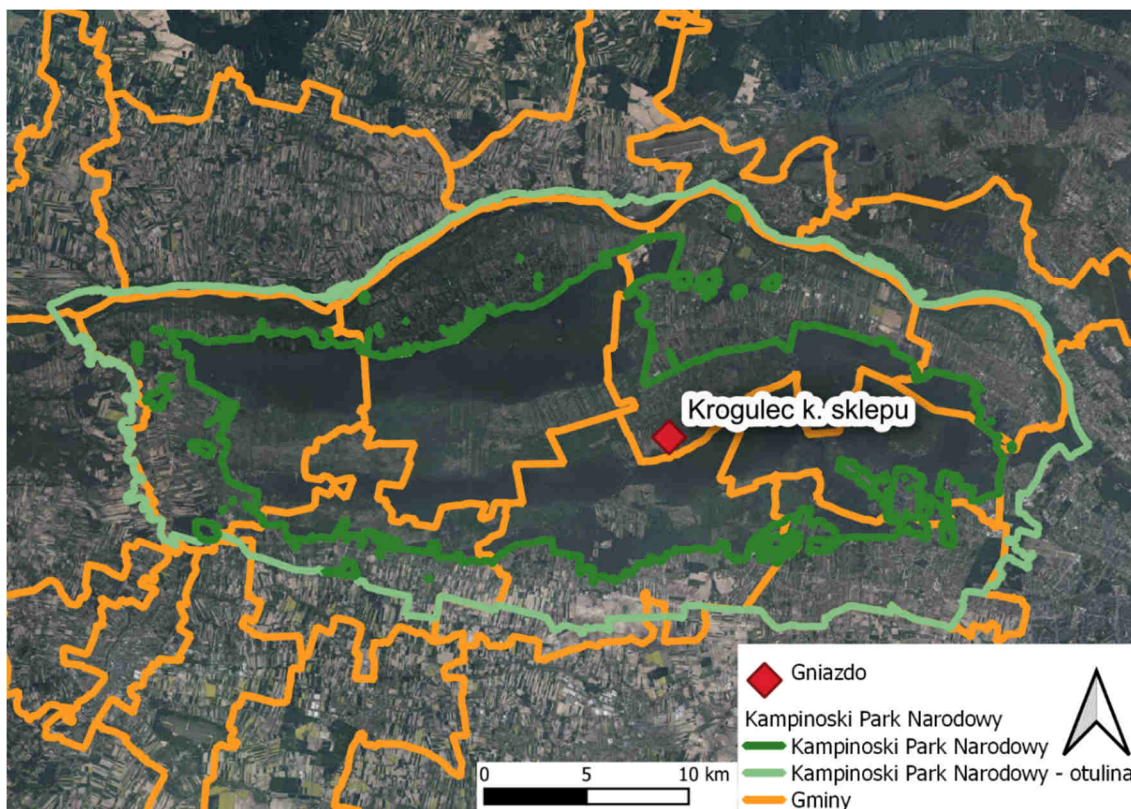


**Fot. 16** Widok na wnętrze krajobrazowe B w Komorowie. Linia prowadzenia droga asfaltowa

### 5.2.1.9 Gniazdo 9 – Krogulec

Gniazdo zlokalizowane jest w miejscowości Krogulec, w gminie Czarnów, w centralnej części Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 55).

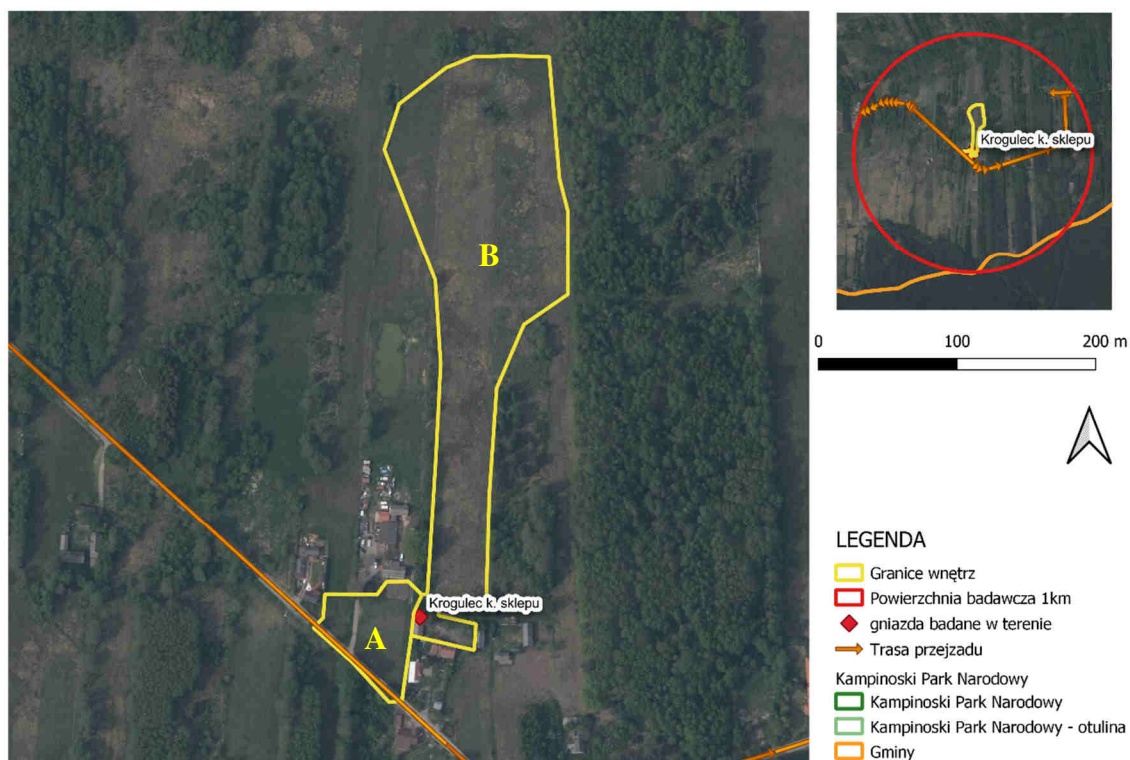




Rys. 55 Lokalizacja gniazda nr. 9 w miejscowości – Krogulec

#### A. Tło krajobrazowe

Sąsiedztwo wnętrza, w którym znajduje się lub znajdowało gniazdo to pasowy układ przenikających się zadrzewień w różnym wieku, przede wszystkim z nieużytkami w różnym stopniu zarastania oraz niewielką powierzchnią łąk i pól uprawnych.



Rys. 56 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 9 w Krogulcu.

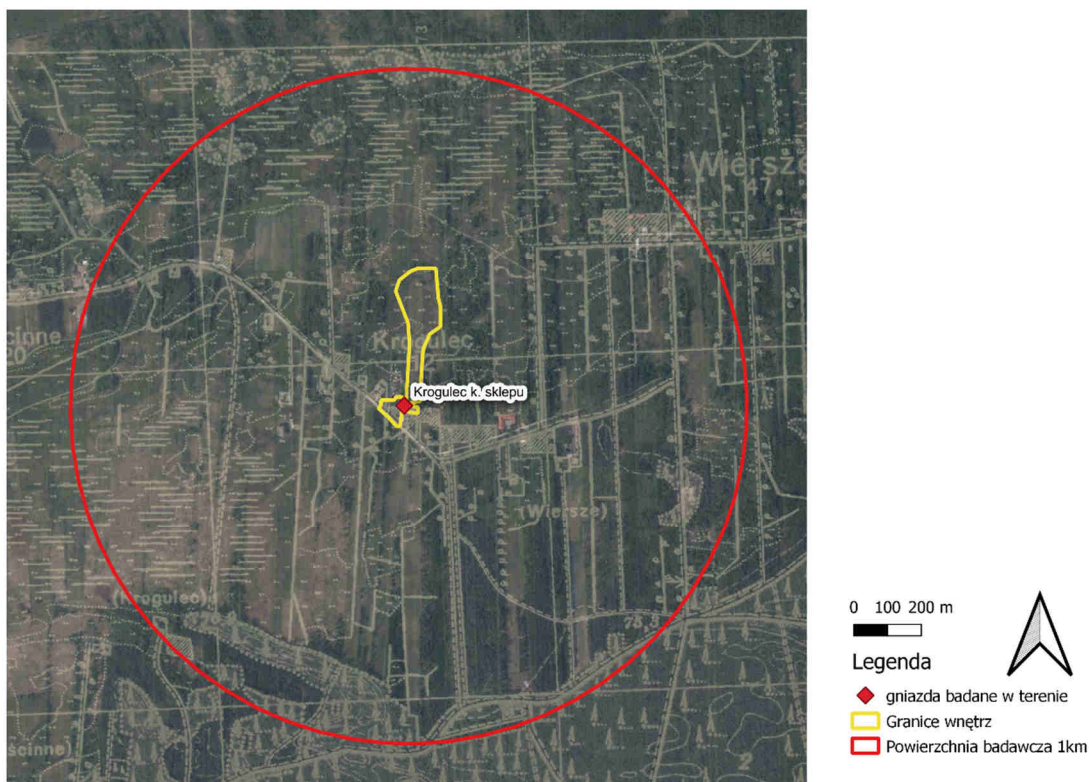
W okresie badawczym gniazdo zlokalizowane było na dachu stodoły, natomiast podczas wizji terenowej znajdowało się na przydrożnym słupie energetycznym w odległości około 50 m od poprzedniej lokalizacji. Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 56):

B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- wnętrze A - przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne,
- wnętrze B - przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 57):

- wnętrze A - historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany,
- wnętrze B - historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.



Rys. 57 Widok wnętrza w Krogulcu na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – A: 3,37 ha, B: 0,39 ha,
- długość osi północ – południe – A: 466 m, B: 87 m,
- długość osi wschód – zachód – A: 183 m, B: 78 m,
- długość ścian wyznaczających wnetrze – A: 1271 m, B: 270 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

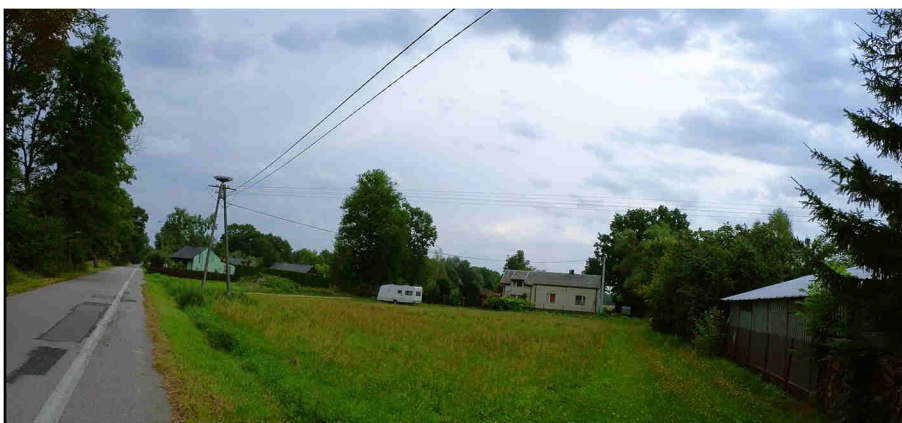
- wnetrze A - konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach),
- wnetrze B – obiektywne.

F. Charakter wnętrza (Fot. 17):

- rodzaj ścian - we wnętrzu A ogrodzenia i ściany budynków oraz zadrzewienia. We wnętrzu B ściany budynków oraz zadrzewienia i zakrzewienia;
- rodzaj podłogi – użytek zielony na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – we wnętrzu A droga asfaltowa;
- dominanta – tylko we wnętrzu A - słup z gniazdem;



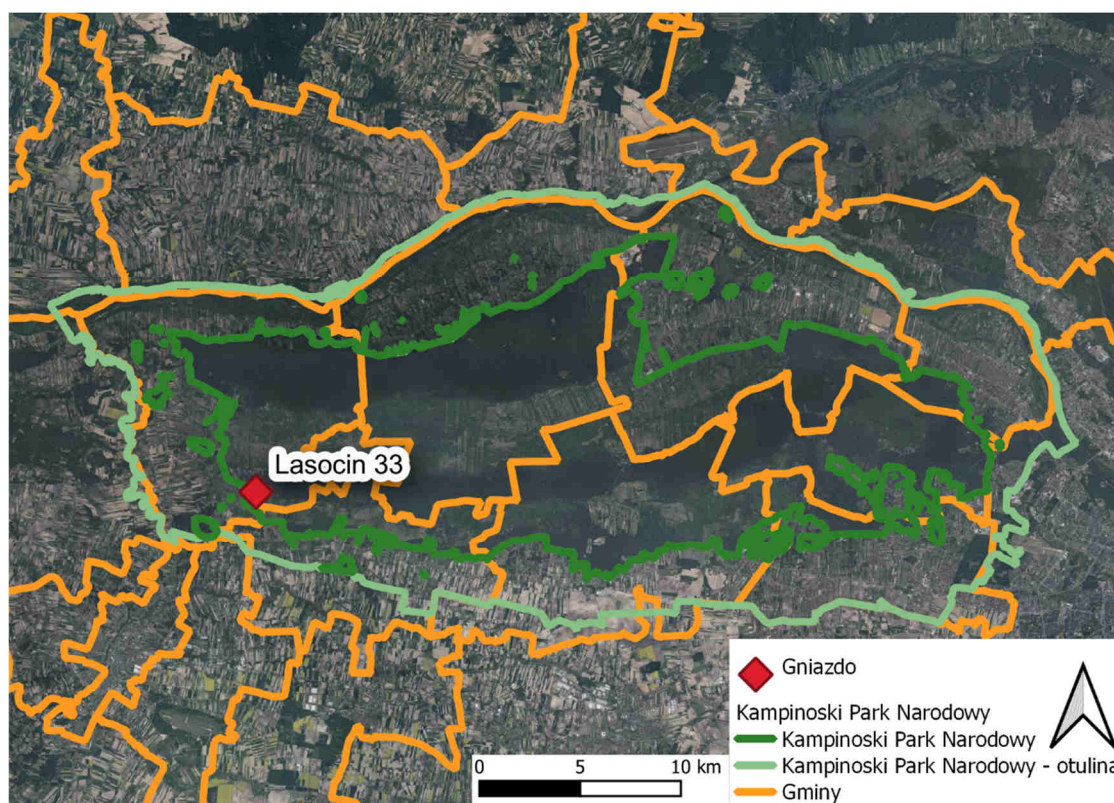
- akcenty – we wnętrzu A przyczepa kempingowa, we wnętrzu B staw.



Fot. 17 Widok na wnętrze krajobrazowe A w Krogulcu. Dominantą jest słup z gniazdem bociana białego, akcentem przyczepa kempingowa.

### 5.2.1.10 Gniazdo 10 – Lasocin

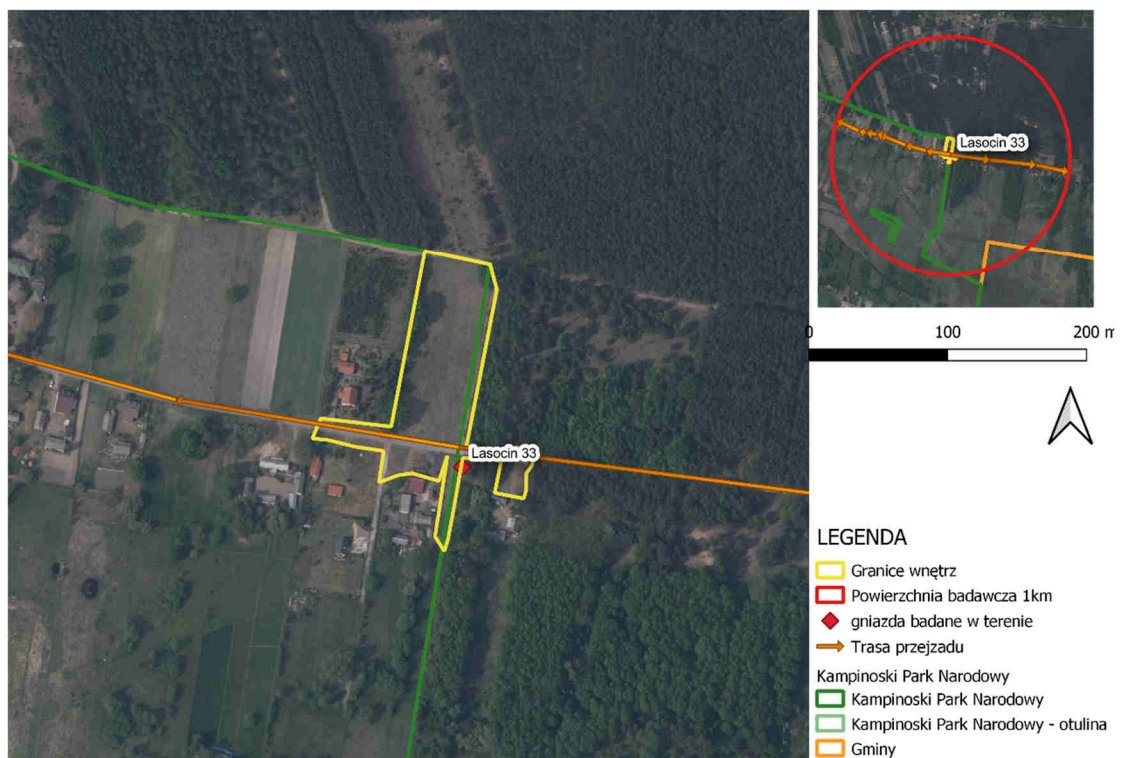
W miejscowości Lasocin w gminie Brochów gniazdo znajduje się na granicy Kampinoskiego Parku Narodowego i otuliny (Rys. 58).



Rys. 58 Lokalizacja gniazda nr 10 w miejscowości Lasocin

## A. Tło krajobrazowe

Wnętrze, w którym znajduje się gniazdo sąsiaduje z małymi wnętrzami ogrodzonych posesji prywatnych z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż drogi. Północną część powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda zajmuje las iglasty. Od południa z wnętrzem gniazda nr. 10 sąsiaduje rozległe makrownętrze krajobrazowe, którego podłogę stanowią użytki zielone i zarastające nieużytki. Akcentami są pojedyncze drzewa i grupy drzew oraz krzewy.



Rys. 59 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego w Lasocinie.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 59):

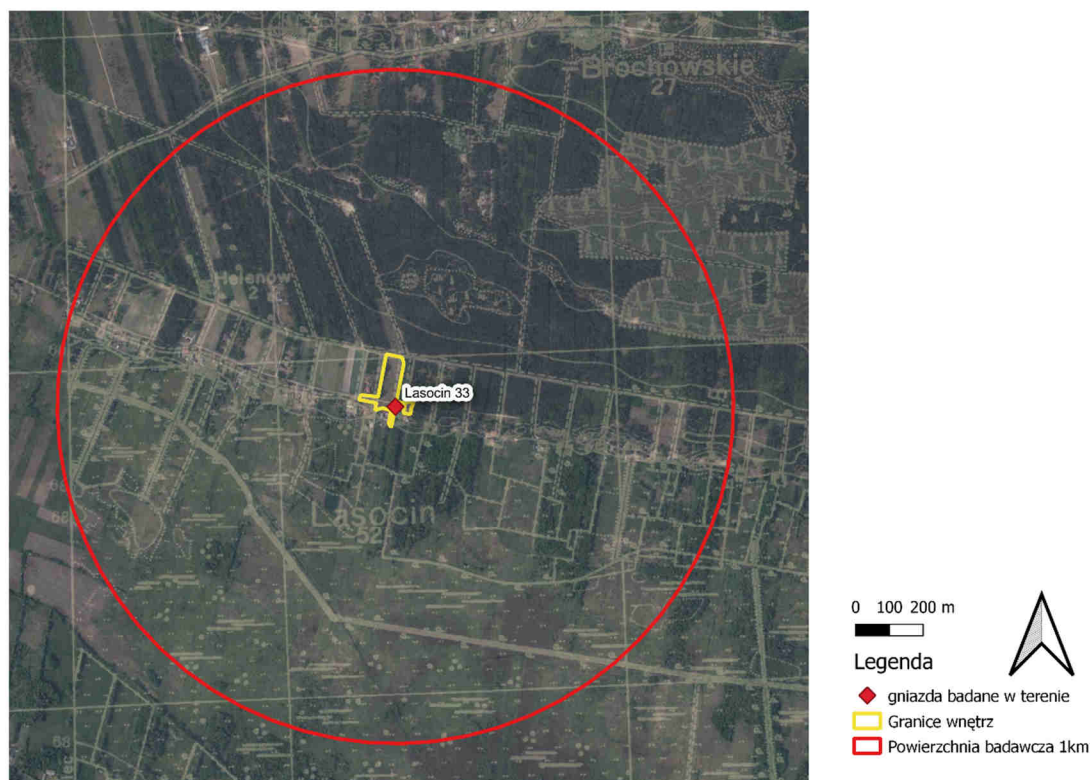
## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- wnętrze A - przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne,
- wnętrze B - przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

## C. Model wnętrza (Rys. 60):

- wnętrze A – historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany,

- wewnątrz B – krajobraz dominujący współczesny sprzeczny z dawnym.



Rys. 60 Widok wnętrza w Lasocinie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – A: 1,04 ha, B: 0,07 ha,
- długość osi północ – południe – A: 217 m, B: 37 m,
- długość osi wschód – zachód – A: 137 m, B: 31 m,
- długość ścian wyznaczających wnetrze – A: 714 m, B: 120 m.

#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

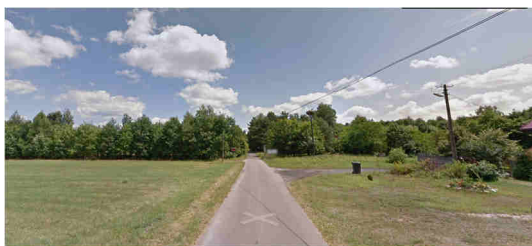
- wnetrze A – obiektywne,
- wnetrze B - konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 18, Fot. 19):

- rodzaj ścian – wnetrze A posiada ściany w postaci zadrzewień mieszanych, krzewów, płotów i fasad budynków. We wnetrze B ściany stanowi ogrodzenie posesji oraz ściana lasu iglastego z domieszką drzew liściastych;



- rodzaj podłogi – we wnętrzu A trawniki i użytki zielone, we wnętrzu B trawnik. W obu wnętrzach podłoga jest płaska;
- linie prowadzenia - wnętrze A droga asfaltowa, wnętrze B droga gruntowa;
- dominanta – brak;
- akcenty – we wnętrzu A gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym oraz pozostałe słupy energetyczne.



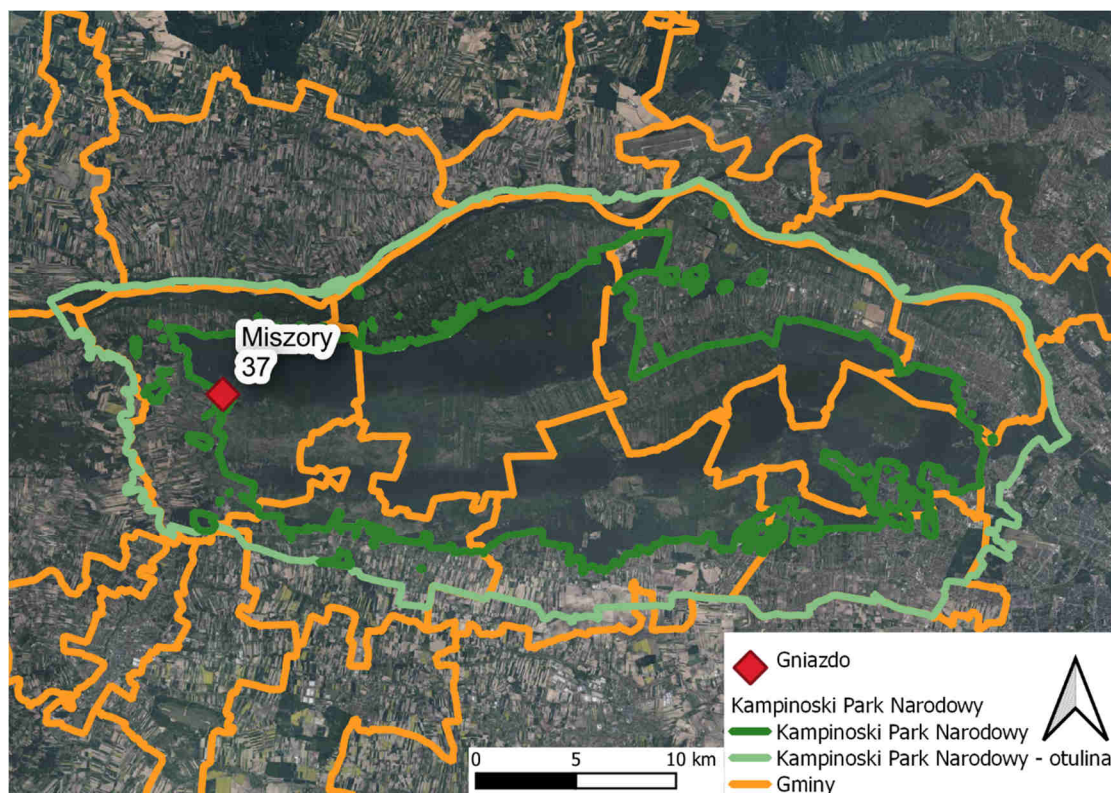
Fot. 18. Widok na wnętrze krajobrazowe A w Lasocinie. Linia prowadzenia droga asfaltowa, akcentem są słupy elektryczne



Fot. 19. Widok na wnętrze krajobrazowe B w Lasocinie. Linia prowadzenia droga gruntowa

#### 5.2.1.11 Gniazdo 11 – Miszory

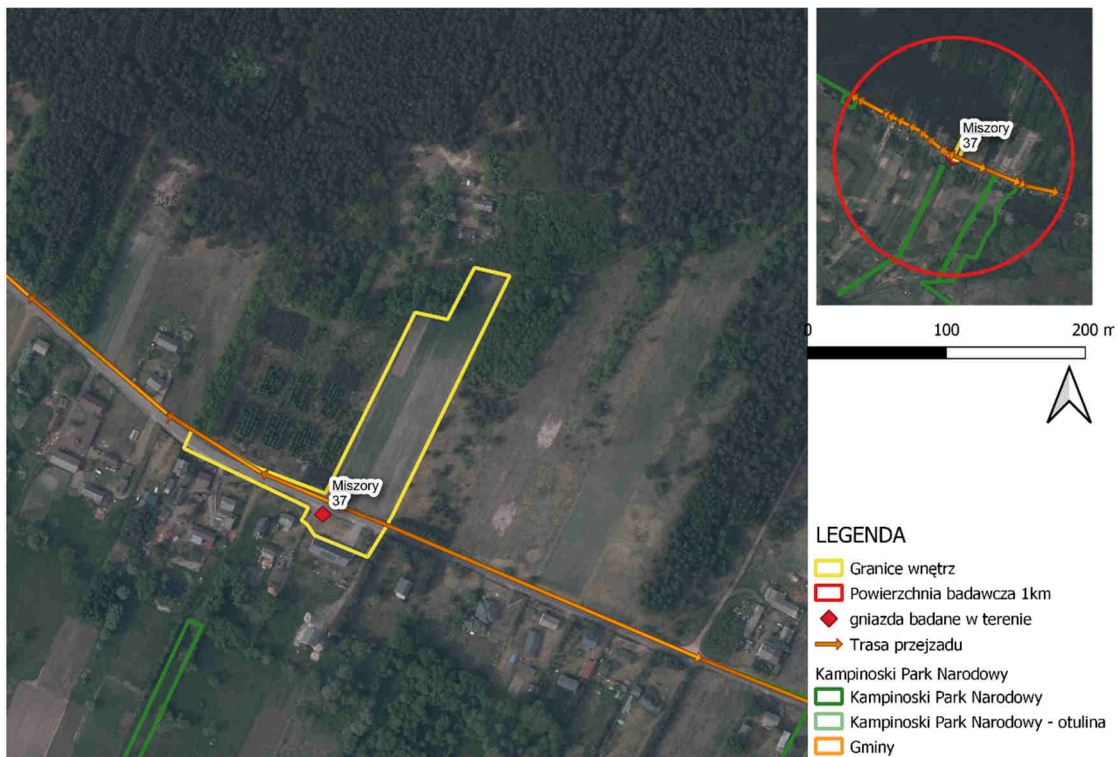
Gniazdo zlokalizowane pod adresem Miszory 37 w gminie Brochów, znajduje się na granicy Kampinoskiego Parku Narodowego i otuliny (Rys. 61).



Rys. 61 Lokalizacja gniazda – Miszory

## A. Tło krajobrazowe

Wnętrze, w którym znajduje się gniazdo nr 11 sąsiaduje z zespołami wnetrz tworzonych przez przylegające do siebie ogrodzone posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż drogi. Od strony północnej sąsiaduje las iglasty. Od południa przylega rozległe wnętrze, którego podłogę stanowią użytki zielone i zarastające nieużytki. Akcentami są pojedyncze drzewa i grupy drzew oraz krzewy.



Rys. 62 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 11 w Miszorach.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 62):

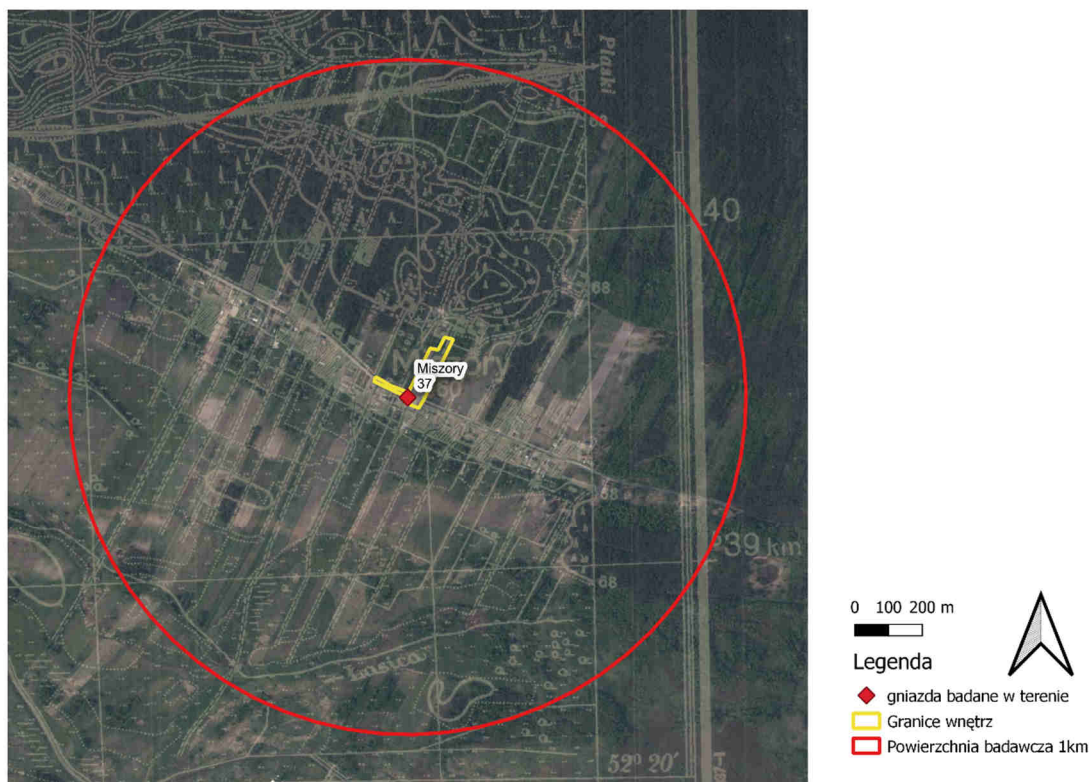
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 63):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.





Rys. 63 Widok wnętrza w Miszorach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 1,15 ha,
- długość osi północ – południe – 209 m,
- długość osi wschód – zachód – 235 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 752 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 20):

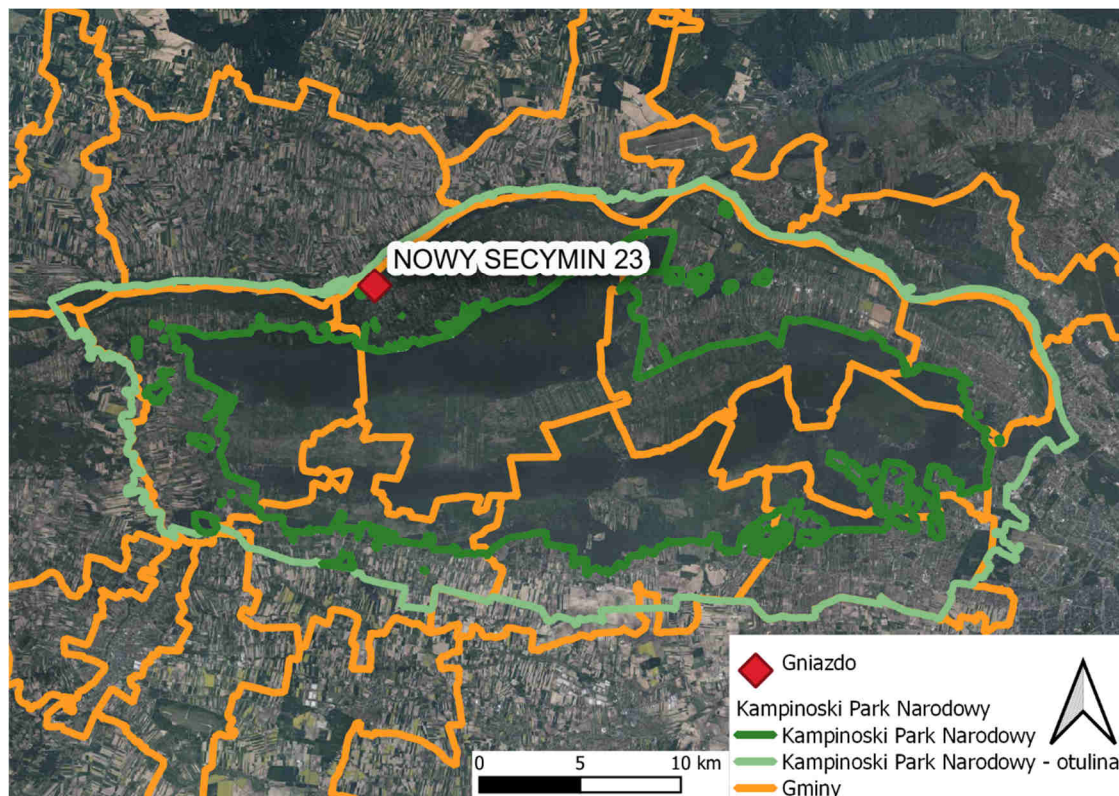
- rodzaj ścian - las i zadrzewienia gatunków iglastych oraz ściany budynków wolnostojących;
- rodzaj podłogi – pola uprawne na terenie płaskim;
- linie prowadzące – droga asfaltowa;
- dominanta – gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym;
- akcenty – bryła budynku ochotniczej straży pożarnej.



Fot. 20. Widok na wnętrze krajobrazowe w Miszorch. Dominanta w postaci gniazda na słupie elektrycznym

### 5.2.1.12 Gniazdo 12 – Nowy Secymin

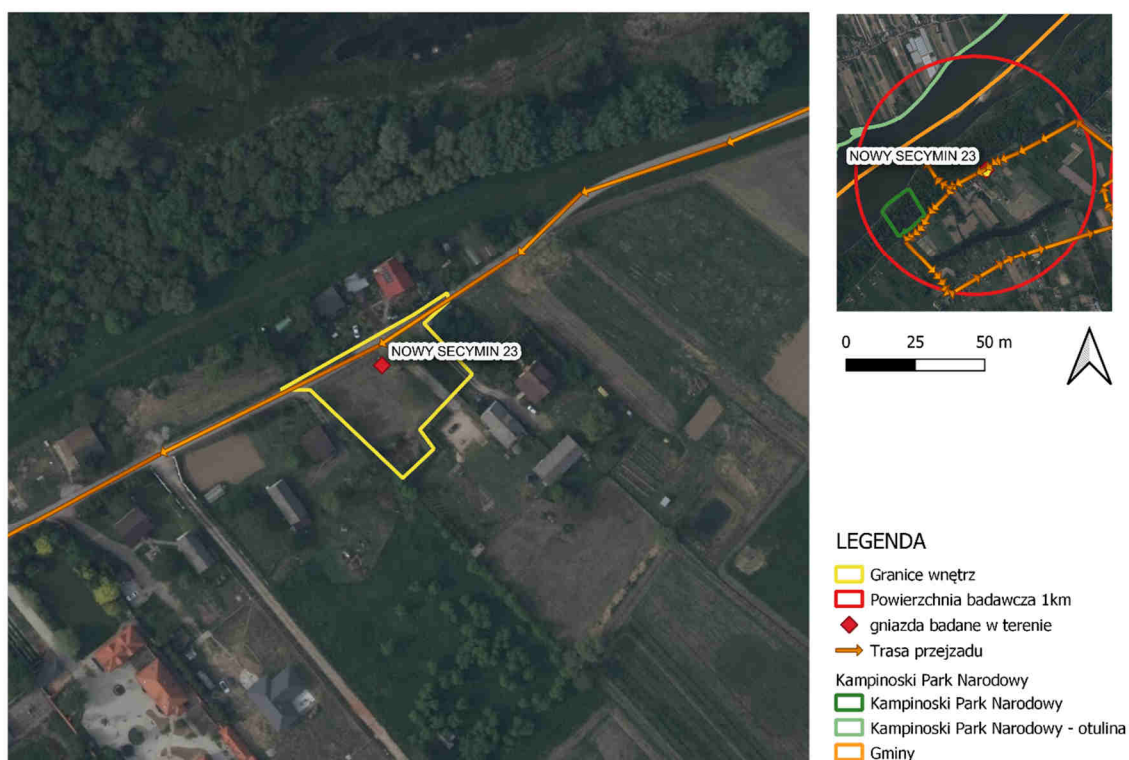
Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Nowy Secymin w gminie Leoncin przy wale wiślanym (Rys. 64). Znajduje się w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego, ale na powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda znajduje się także fragment Parku oraz teren nie objęty granicami tego obszaru ochrony przyrody ani jego otuliny.



Rys. 64 Lokalizacja gniazda nr 12 – Nowy Secymin

## A. Tło krajobrazowe

Wnętrze z gniazdem nr 12 od północy sąsiaduje z rozległym wnętrzem koryta rzeki, w którym akcentami są łachy i wyspy. Na południu znajduje się wnętrze starorzecza. Pozostałe otoczenie to małe i średnie wnętrza o charakterze przyrodniczo – kulturowym. Ich ściany tworzą przede wszystkim grupy drzew i pojedyncze budynki a podłoga to użytki zielone i pola. Gniazdo znajduje się we wnętrzu, które od północy sąsiaduje z zespołami wnętrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z zabudową zagrodową.



Rys. 65 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 12 w Nowym Secyminie

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 65):

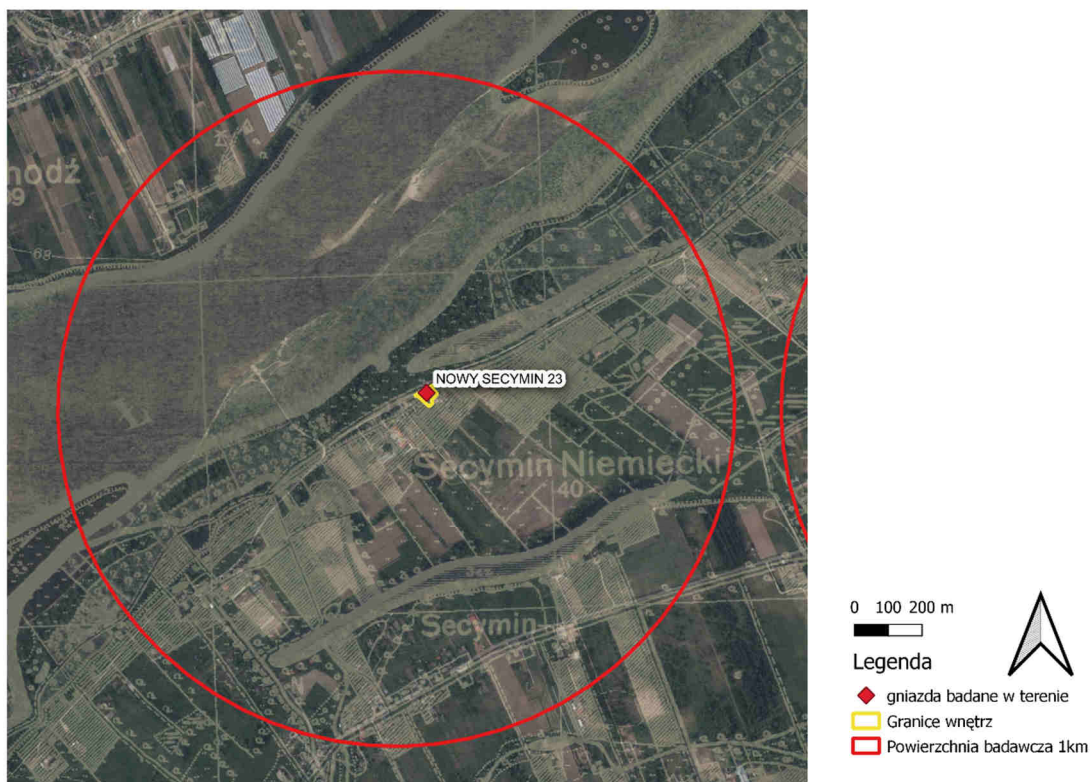
## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- kulturowe dyszharmonijne.

## C. Model wnętrza (Rys. 66):

- dominujący współczesny stosunkowo harmonizujący z dawnym.





Rys. 66 Widok wnętrza w Nowym Secyminie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 0,18 ha,
- długość osi północ – południe – 66 m,
- długość osi wschód – zachód – 69 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 218 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 21):

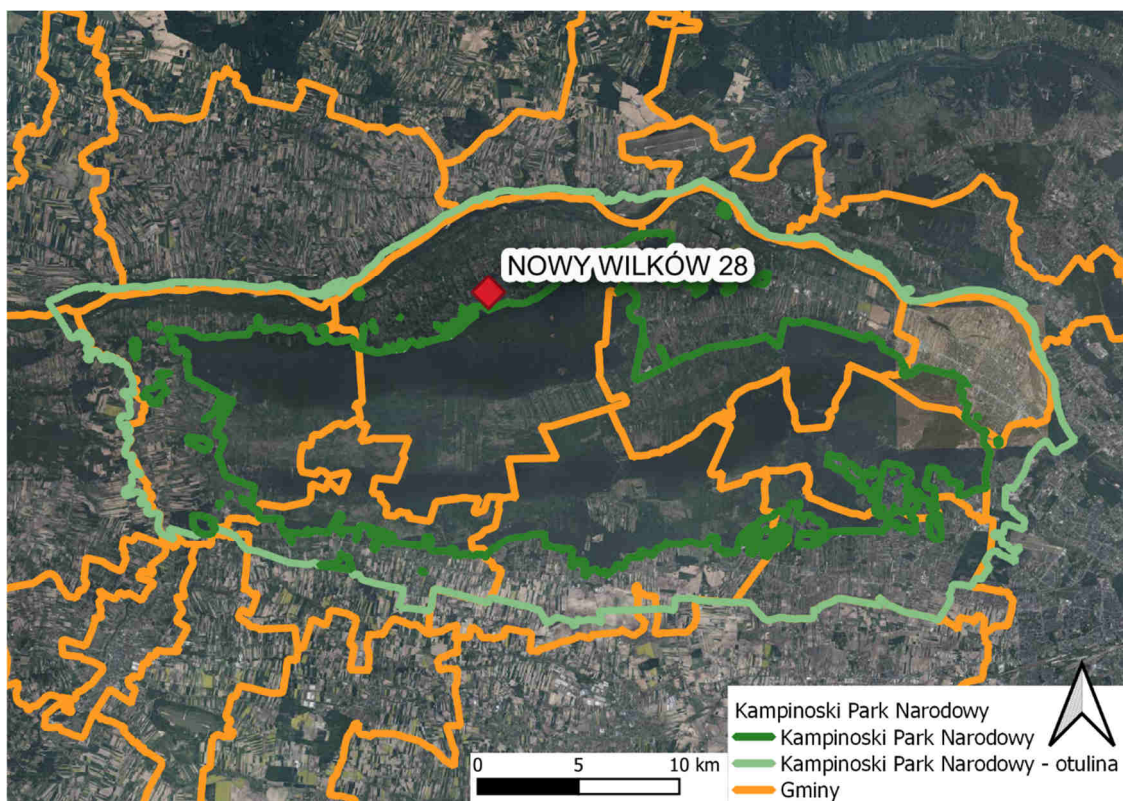
- rodzaj ścian – drzewa i krzewy owocowe oraz ozdobne, ogrodzenia;
- rodzaj podłogi – łąka na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta - gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym;
- akcenty – brak.



Fot. 21. Widok na wnętrze krajobrazowe w Nowym Secyminie, linia prowadzenia droga asfaltowa

### 5.2.1.13 Gniazdo 13 – Nowy Wilków

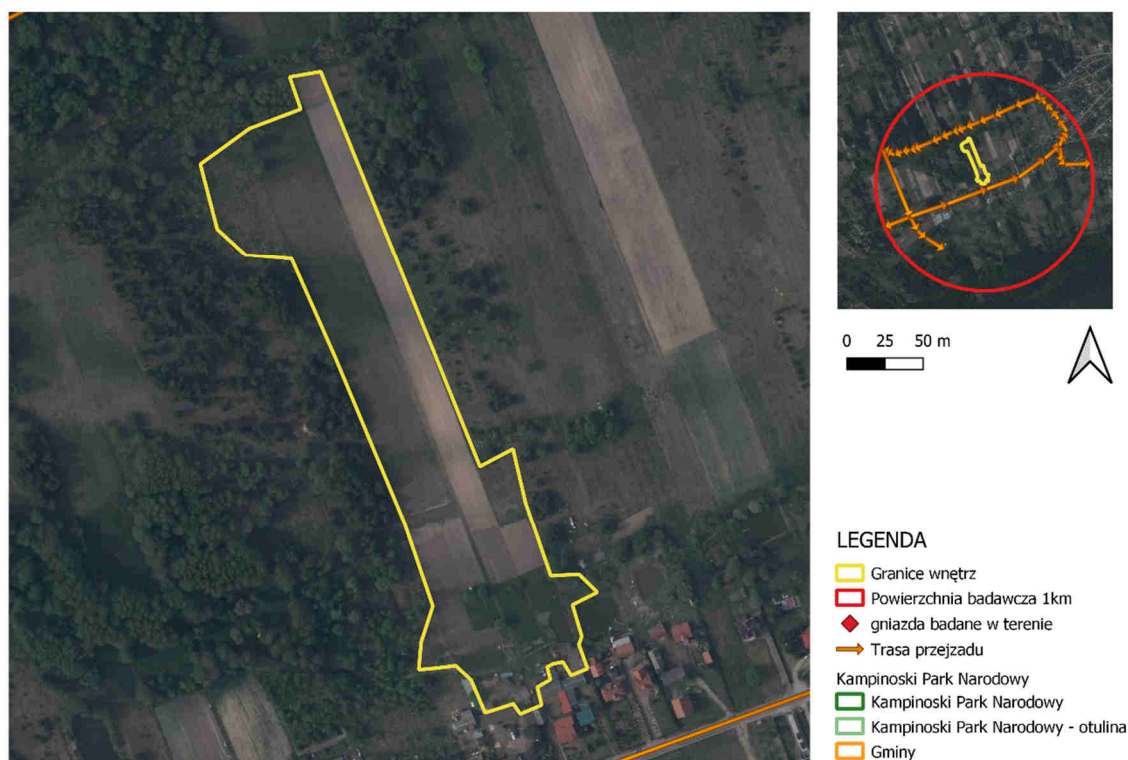
Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Nowy Wilków w gminie Leoncin (Rys. 67). Jet to północna część otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego, a na powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda znajduje się fragment Parku.



Rys. 67 Lokalizacja gniazda nr 13 – Nowy Wilków

## A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 68), które sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż drogi. Reszta powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to wnętrza podobne do wnętrza wyznaczonego. Mają charakter przyrodniczo – kulturowy a ich ściany stanowią zadrzewienia i pojedyncze budynki, podłoga to mozaika pól, łąk i nieużytków.



**Rys. 68 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 13 w Nowym Wilkowie.**

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 68):

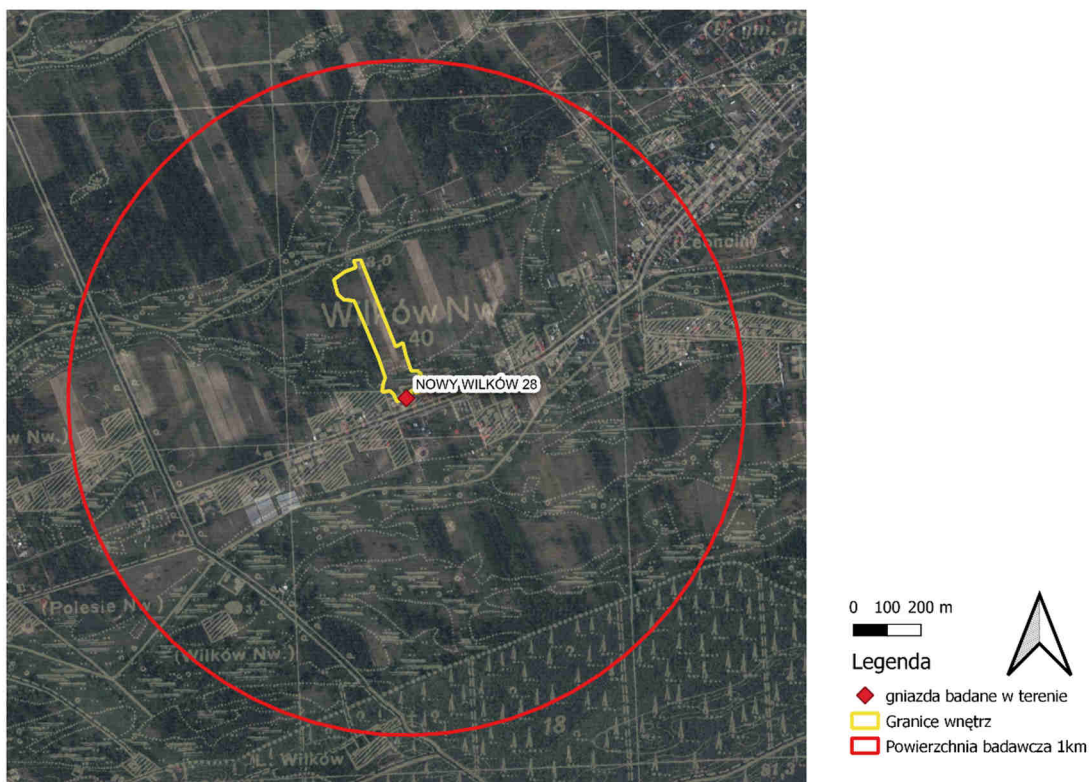
## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dyszarmijne.

## C. Model wnętrza (Rys. 69):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.





Rys. 69 Widok wnętrza w Nowym Wilkowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 3,2 ha,
- długość osi północ – południe – 420 m,
- długość osi wschód – zachód – 260 m,
- długość ścian wyznaczających wnetrze – 1161 m.

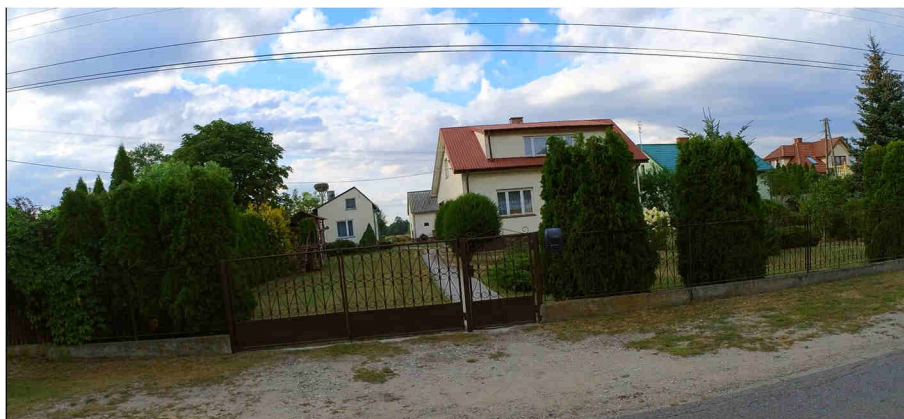
E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnetrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 22):

- rodzaj ścian – zadrzewienia i krzewy gatunków mieszanych, ściany budynków i ogrodzenia;
- rodzaj podłogi – pola uprawne na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – brak;
- dominanta – brak;

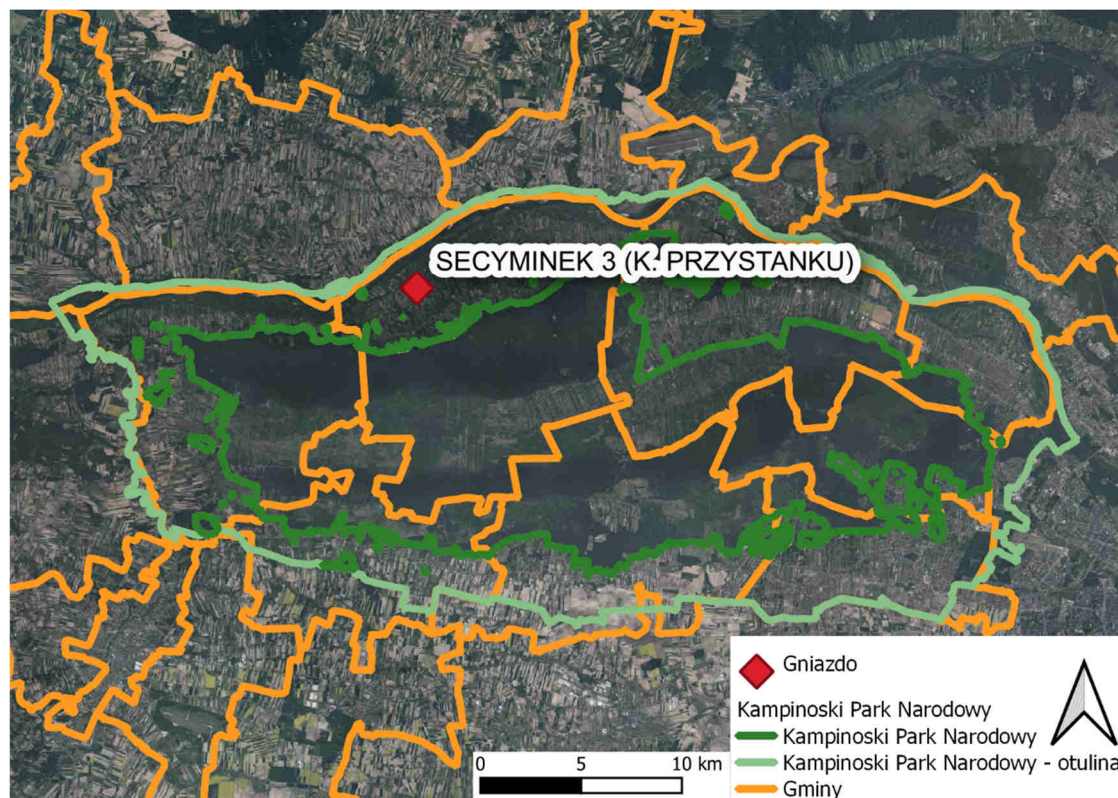
- akcenty – gniazdo ulokowane wolnostojącym słupie drewnianym na posesji prywatnej, pojedyncze drzewa, stawy.



Fot. 22. Widok wnętrza krajobrazowego w Nowym Wilkowie

#### 5.2.1.14 Gniazdo 14 – Secyminek

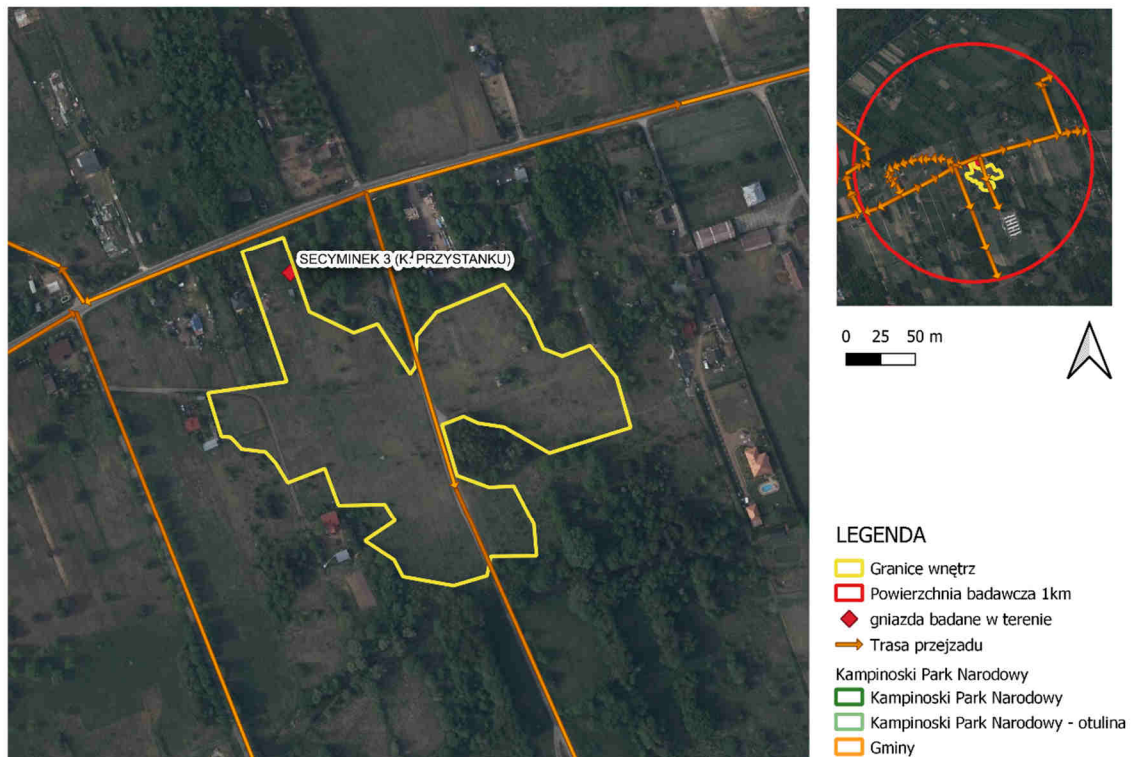
Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Secyminek w gminie Leoncin w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 70) otacza luźna zabudowa zagrodowa, zadrzewienia oraz pola uprawne i łąki.



Rys. 70 Lokalizacja gniazda nr 14 – Secyminek

## A. Tło krajobrazowe

Wnętrze, w którym znajduje się gniazdo otoczone jest wnętrzami średniej wielkości o charakterze przyrodniczo – kulturowym. Ściany wnętrz tworzą przede wszystkim zadrzewienia i pojedyncze budynki a podłogę użytki zielone i pola uprawne. Akcentami są pojedyncze zagrody tworzone przez budynki jednorodzinne wraz z budynkami gospodarczymi i fragmenty ogrodzonej działki z udziałem zieleni.



Rys. 71 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 14 w Secyminku.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 71):

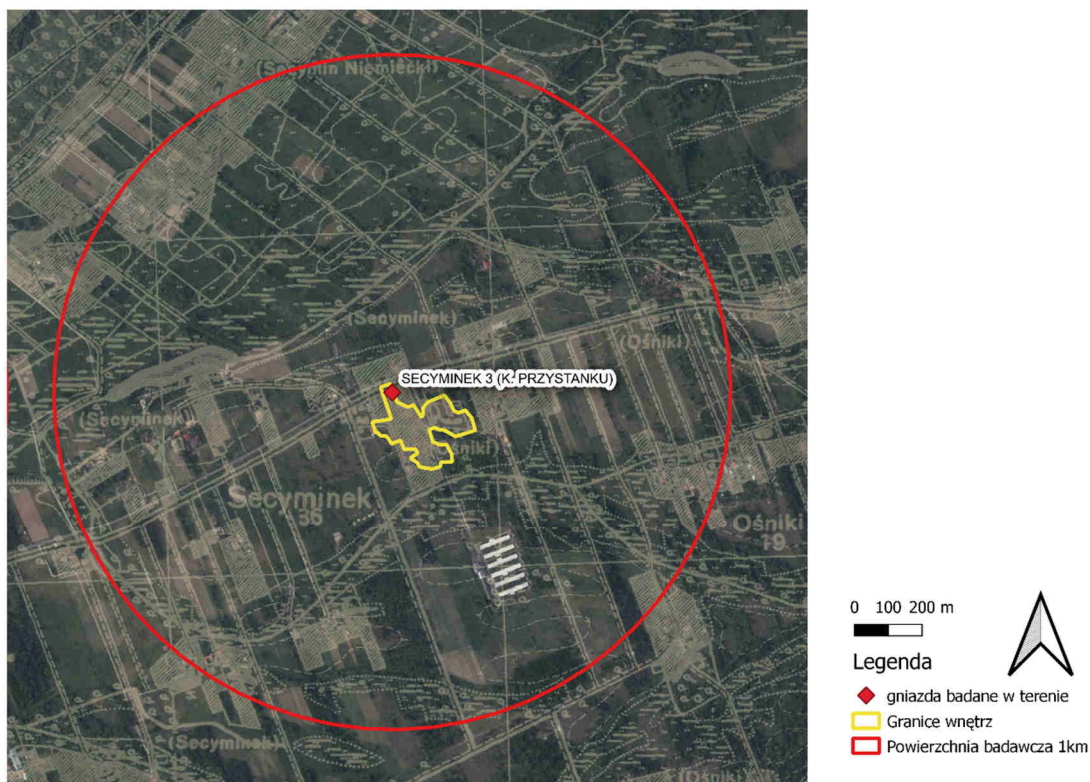
## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

## C. Model wnętrza (Rys. 72)

- dominujący współczesny sprzeczny z dawnym.





Rys. 72 Widok wnętrza w Secyminku na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 3,45 ha,
- długość osi północ – południe – 252 m,
- długość osi wschód – zachód – 305 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 1262 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze obiektywne.

F. Charakter wnętrza (Fot. 23, Fot. 24):

- rodzaj ścian – pojedyncze drzewa i grupy drzew oraz krzewów gatunków mieszanych, ściany budynków;
- rodzaj podłogi – zarastające krzewami i młodymi drzewami pola uprawne (nieużytki) na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta – brak;
- akcenty - gniazdo ulokowane na słupie betonowym wolnostojącym.



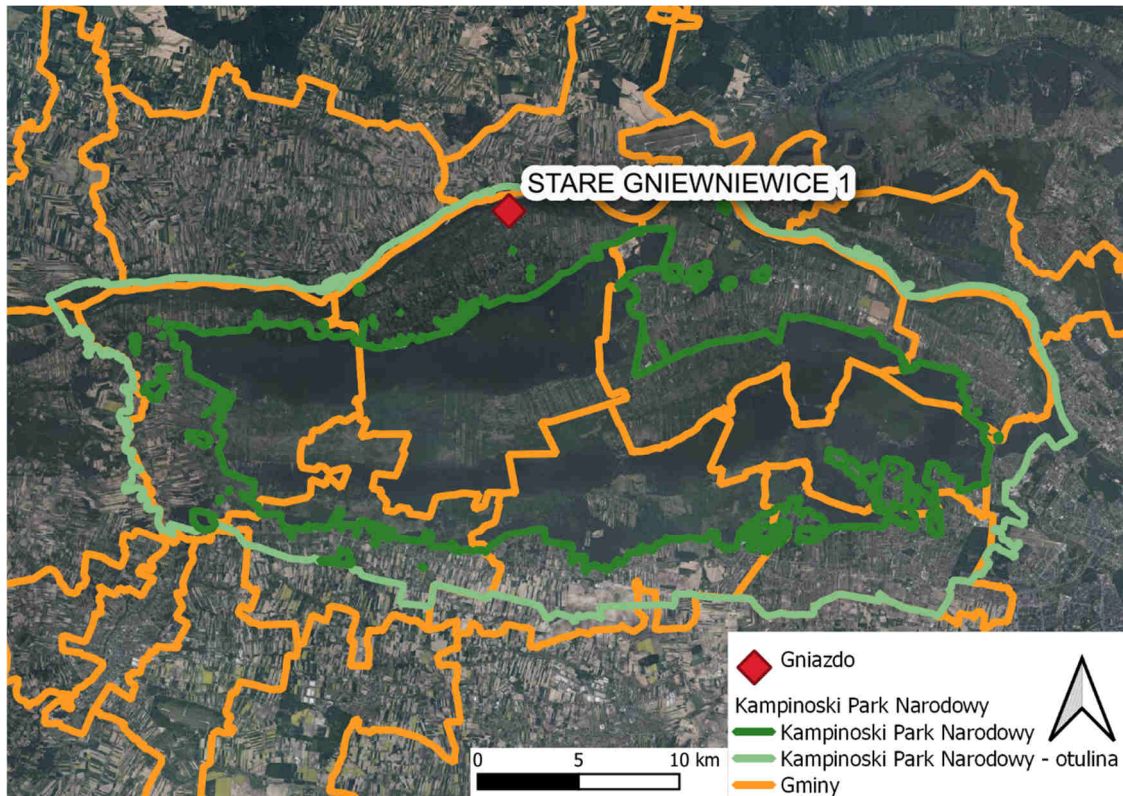
Fot. 23. Widok wnętrza w Secyminku, w krajobrazie przyrodniczo - kulturowym



Fot. 24. Widok wnętrza w Secyminku, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, linię prowadzenia stanowi droga asfaltowa

### 5.2.1.15 Gniazdo 15 – Stare Gniewniewice

Gniazdo zlokalizowane jest w miejscowości Stare Gniewniewice w gminie Leoncin przy wale wiślanym w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 73).

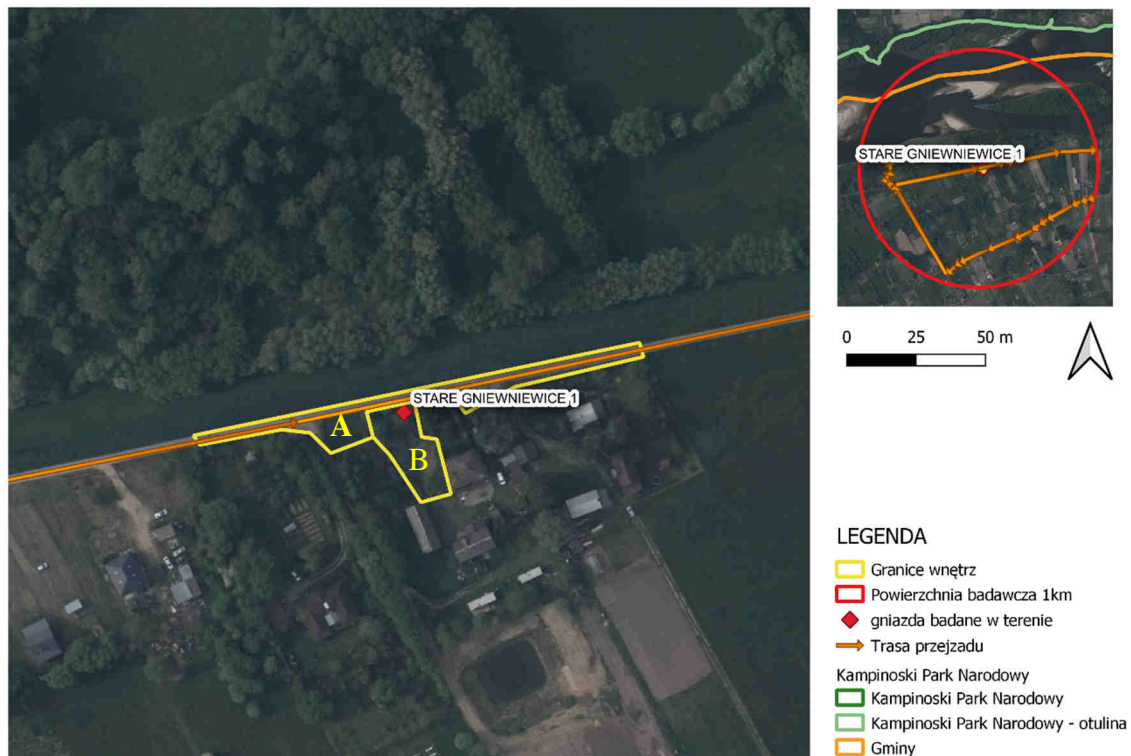


Rys. 73 Lokalizacja gniazda – Stare Gniewniewice

#### A. Tło krajobrazowe

Wnętrze z gniazdem od północy sąsiaduje z rozległym wnętrzem koryta rzeki w którym akcentami są łachy i wyspy. Pozostałe otoczenie to małe i średnie wnętrza o charakterze przyrodniczo – kulturowym ich ściany stanowią przede wszystkim grupy drzew i pojedyncze budynki, podłoga to użytki zielone i pola. Akcentami są pojedyncze

zagrody tworzone przez budynki jednorodzinne wraz z budynkami gospodarczymi oraz stawy.



**Rys. 74 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 15 w Starych Gniewniewicach.**

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego nr 15 (Rys. 74):

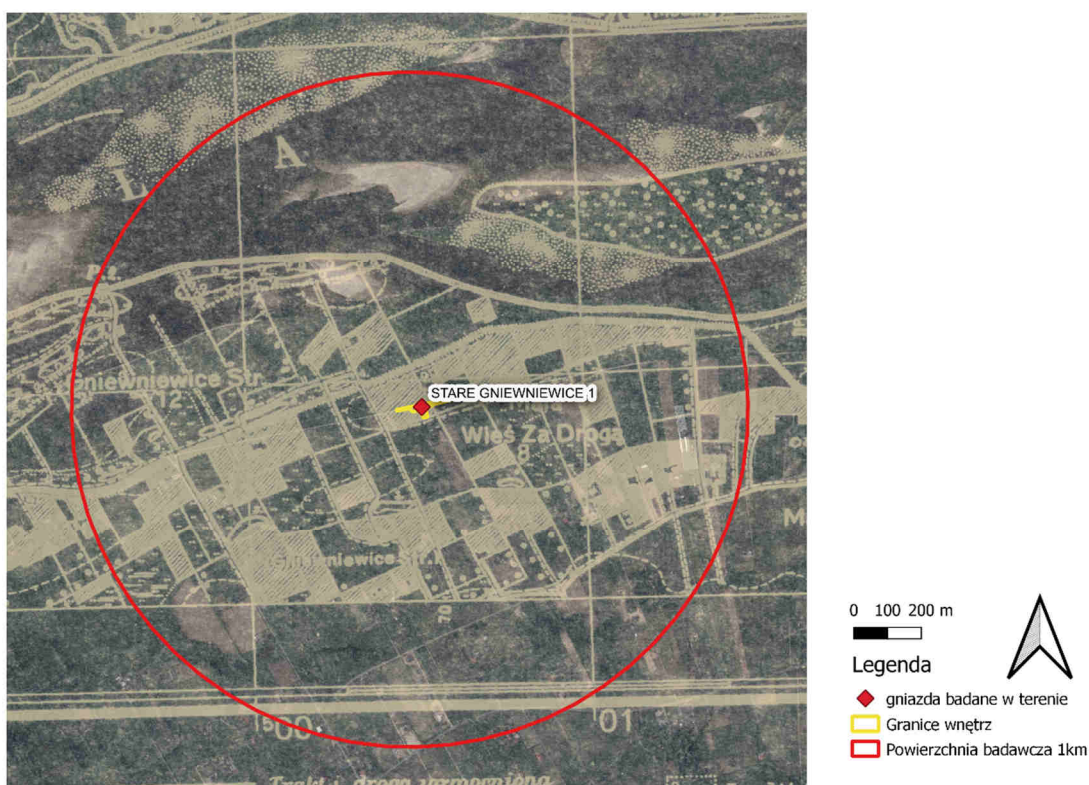
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- wnętrze A - przyrodniczo – kulturowe dyszarmijne,
- wnętrze B - przyrodniczo – kulturowe dyszarmijne.

C. Model wnętrza (Rys. 75):

- wnętrze A - dominujący współczesny sprzeczny z dawnym,
- wnętrze B - dominujący współczesny sprzeczny z dawnym.





Rys. 75 Widok wnętrza w Starych Gniewniewicach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – A: 0,11 ha, B: 0,05 ha,
- długość osi północ – południe – A: 40 m, B: 36 m,
- długość osi wschód – zachód – A: 162 m, B: 30 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – A: 357 m, B: 106.

#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- A i B wnętrza konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 25):

- rodzaj ścian – we wnętrzu A wał i zadrzewienia gatunków mieszanych, we wnętrzu B ściany budynków, ogrodzenia oraz drzewa i krzewy ozdobne;
- rodzaj podłogi – płaska, we wnętrzu A droga asfaltowa, we wnętrzu B trawnik;
- linie prowadzenia – we wnętrzu A droga asfaltowa oraz fragmenty wału przeciwpowodziowego;

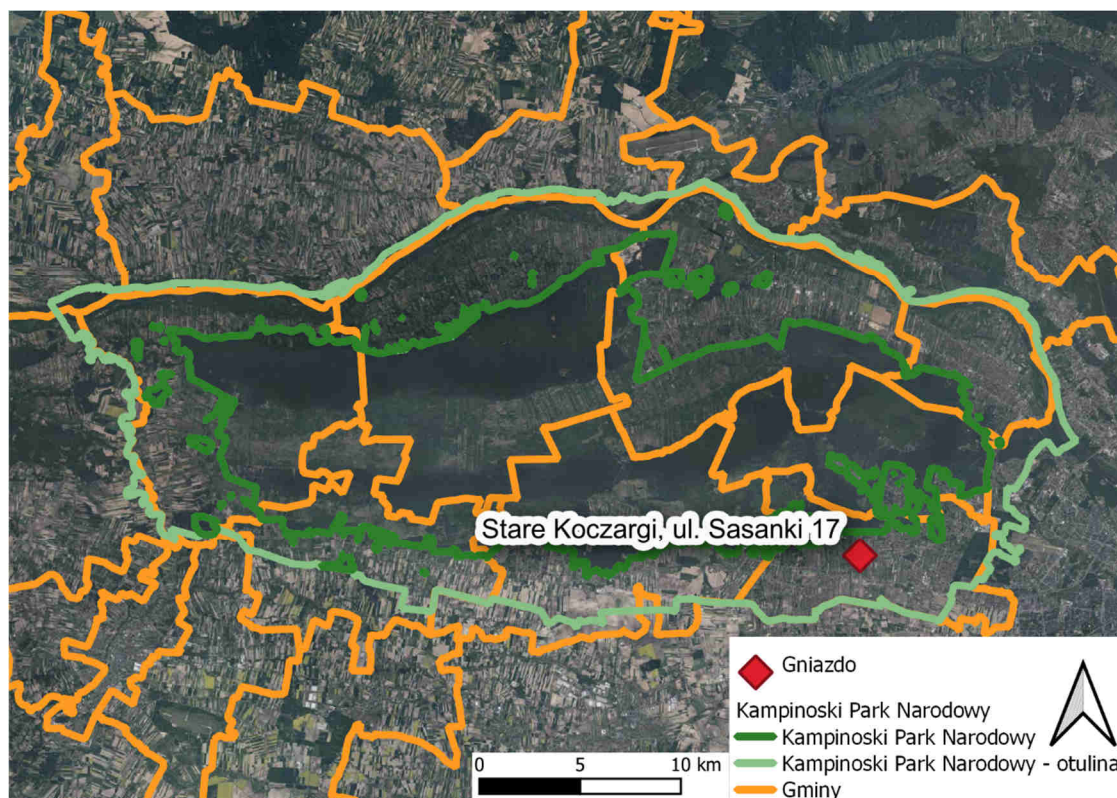
- dominanta – brak;
- akcenty - gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym.



Fot. 25. Widok na wnętrza krajobrazowego w Starych Gniewniewicach

### 5.2.1.16 Gniazdo 16 – Stare Koczargi

Gniazdo zlokalizowane we wsi Stare Koczargi pod adresem ul. Sasanki 17 w gminie Stare Babice, znajduje się na terenie otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 76).

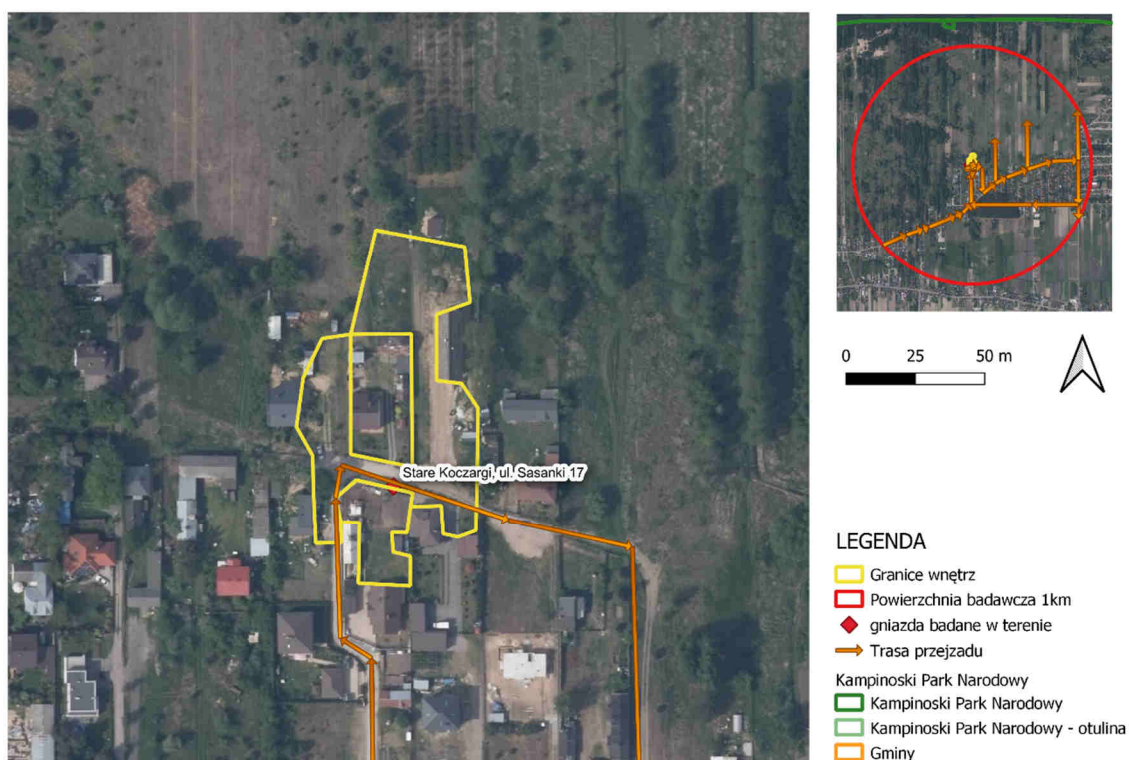


Rys. 76 Lokalizacja gniazda nr 16 – Stare Koczargi



## A. Tło krajobrazowe

Zachodnią część powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda pokrywają zarastające nieużytki z gęstymi podrostami drzew i krzewów. Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 77), które sąsiaduje z zespołami wnętrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Wschodnia i południowa część to rozległe wnętrza przyrodniczo kulturowe, których granice stanowią głównie ogrodzone posesje prywatne a częściowo zadrzewienia.



**Rys. 77 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 16 w Starych Koczarzach.**

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 77):

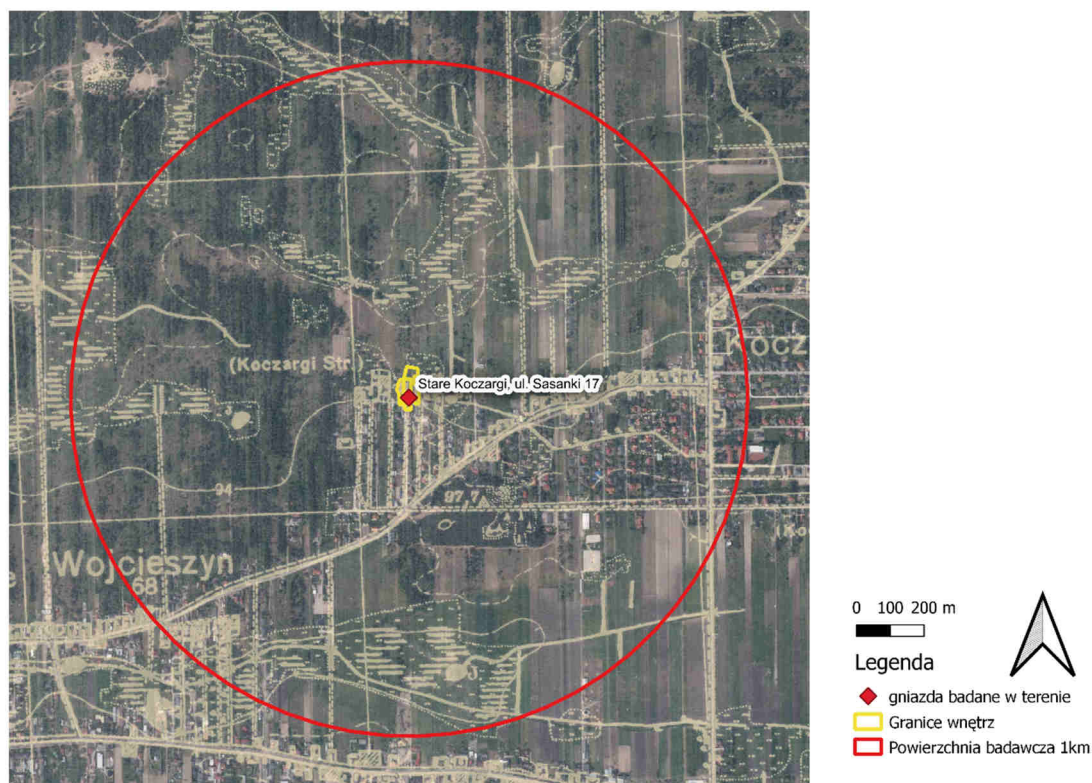
## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- wnętrze A - kulturowe zdegradowane,
- wnętrze B - kulturowe zdegradowane.

## C. Model wnętrza (Rys. 78):

- wnętrze A - dominujący współczesny sprzeczny z dawnym,

- wewnątrz B - dominujący współczesny sprzeczny z dawnym.



Rys. 78 Widok wnętrza w Starych Koczargach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – A: 0,07 ha, B: 0,37 ha,
- długość osi północ – południe – A: 38 m, B: 113 m,
- długość osi wschód – zachód – A: 28 m, B: 65 m,
- długość ścian wyznaczających wnetrze – A: 131 m, B: 510 m.

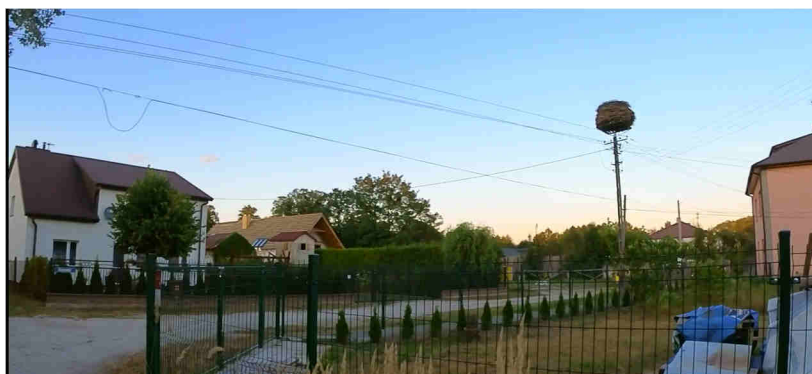
#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnetrze A – obiektywne,
- wnetrze B – obiektywne.

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 26):

- rodzaj ścian – w obu wnetrzach ogrodzenia i ściany budynków;
- rodzaj podłogi – płaska, we wnetrze A trawniki, we wnetrze B droga gruntowa;
- linie prowadzenia – we wnetrze A droga gruntowa;

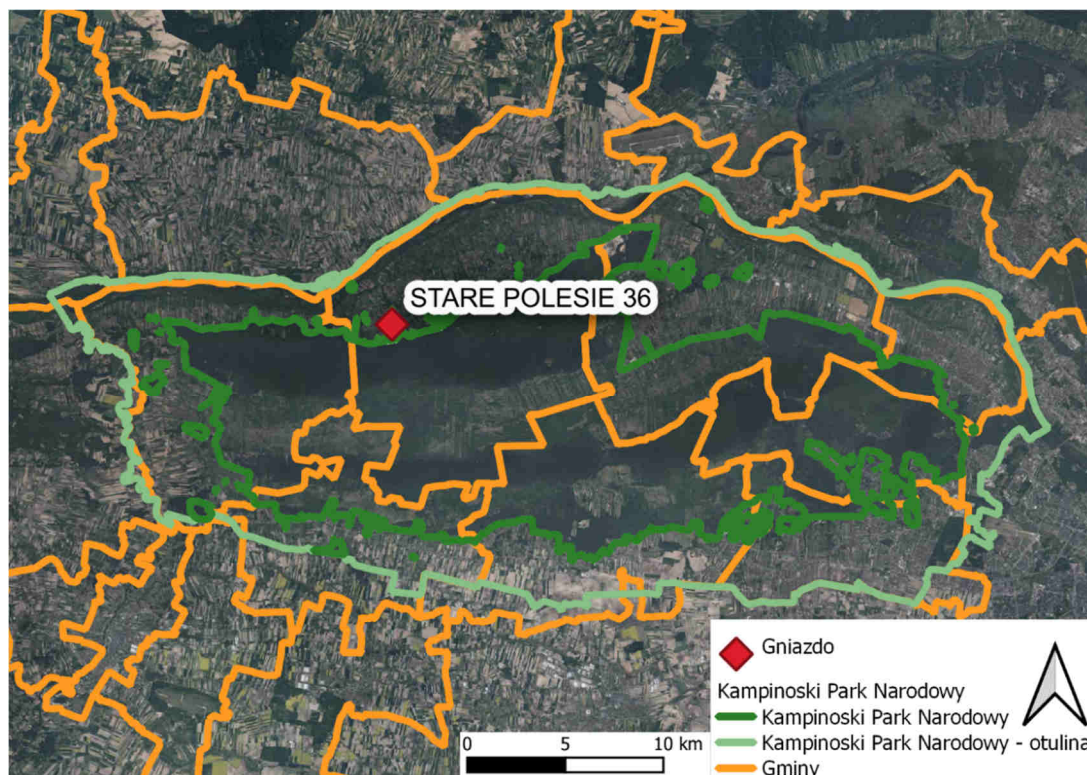
- dominanta – gniazdo ulokowane na przydrożnym słupie energetycznym;
- akcenty – w obu wnętrzach podłużne pryzmy drewna opałowego przykryte plandekami oraz słupy elektryczne.



Fot. 26 Widok wewnątrz krajobrazowych A i B w Starych Koczargach, dominanta w postaci gniazda bociana białego – granicę pomiędzy wnętrzami stanowi ogrodzenie.

### 5.2.1.17 Gniazdo 17 – Stare Polesie

We wsi Stare Polesie w gminie Leoncin gniazdo znajduje się w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 79). Na powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda znajdują się również pojedyncze fragmenty Parku.

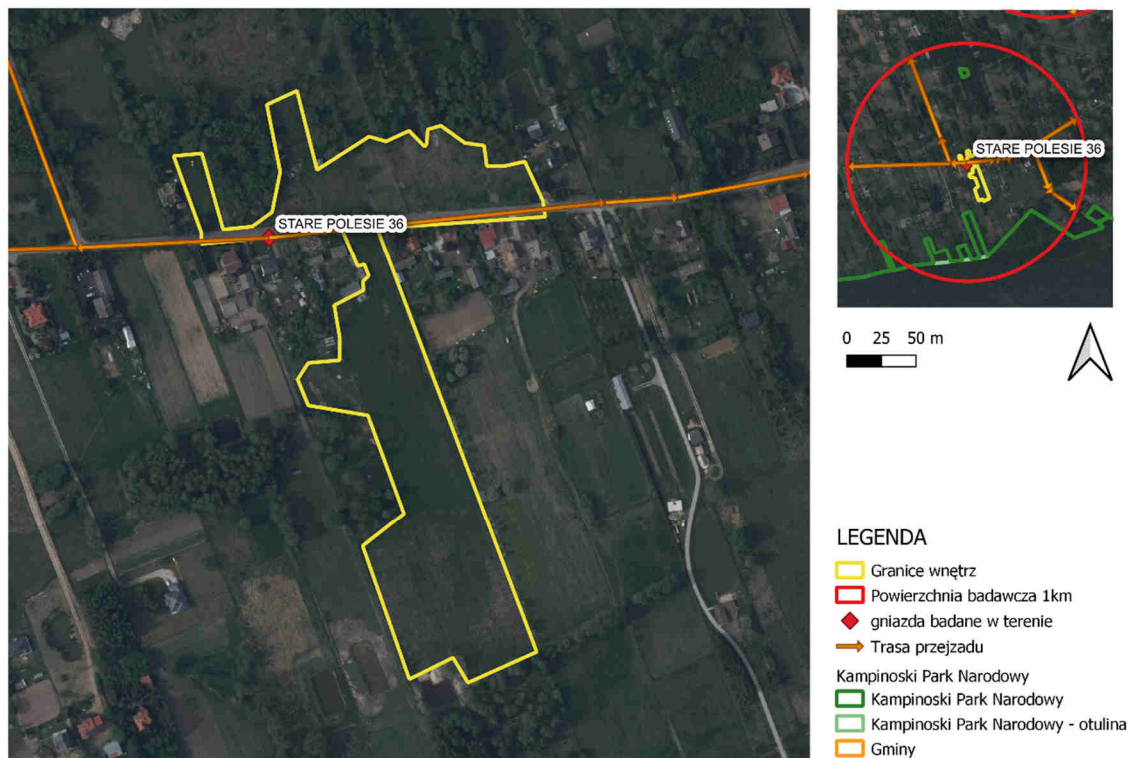


Rys. 79 Lokalizacja gniazda nr 17 – Stare Polesie



## A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym, które sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Reszta powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to wnętrza podobne do analizowanego. Mają charakter przyrodniczo – kulturowy a ich ściany wyznaczają zadrzewienia i pojedyncze budynki. Podłoga to przeplatające się pola, nieużytki i użytki zielone.



Rys. 80 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 17 w Starym Polesiu.

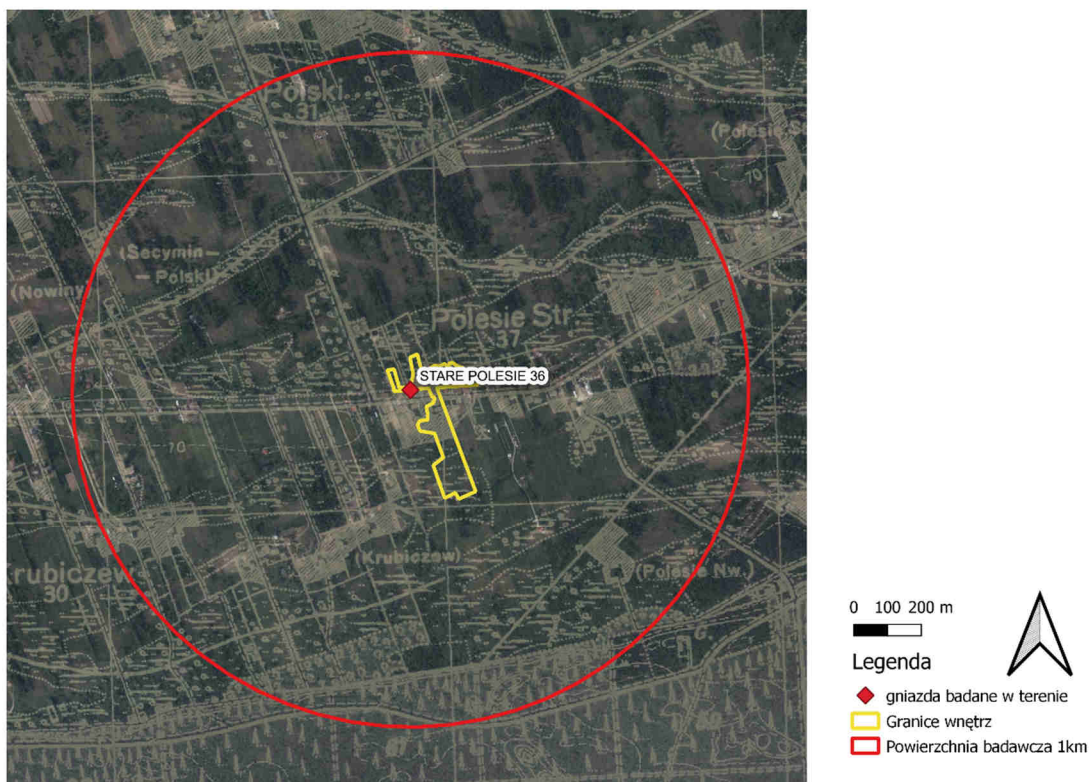
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 80):

## B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dyszarmijne.

## C. Model wnętrza (Rys. 81):

- historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny.



Rys. 81 Widok wnętrza w Starym Polesiu na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 3,5 ha,
- długość osi północ – południe – 427 m,
- długość osi wschód – zachód – 268 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 1674 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrze konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 27, Fot. 28):

- rodzaj ścian – ogrodzenia, grupy drzew i szpalery;
- rodzaj podłogi – pola uprawne i użytki zielone na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta – gniazdo na przydrożnym słupie energetyczne;
- akcenty – linia energetyczna i słupy oświetlenia ulicznego.



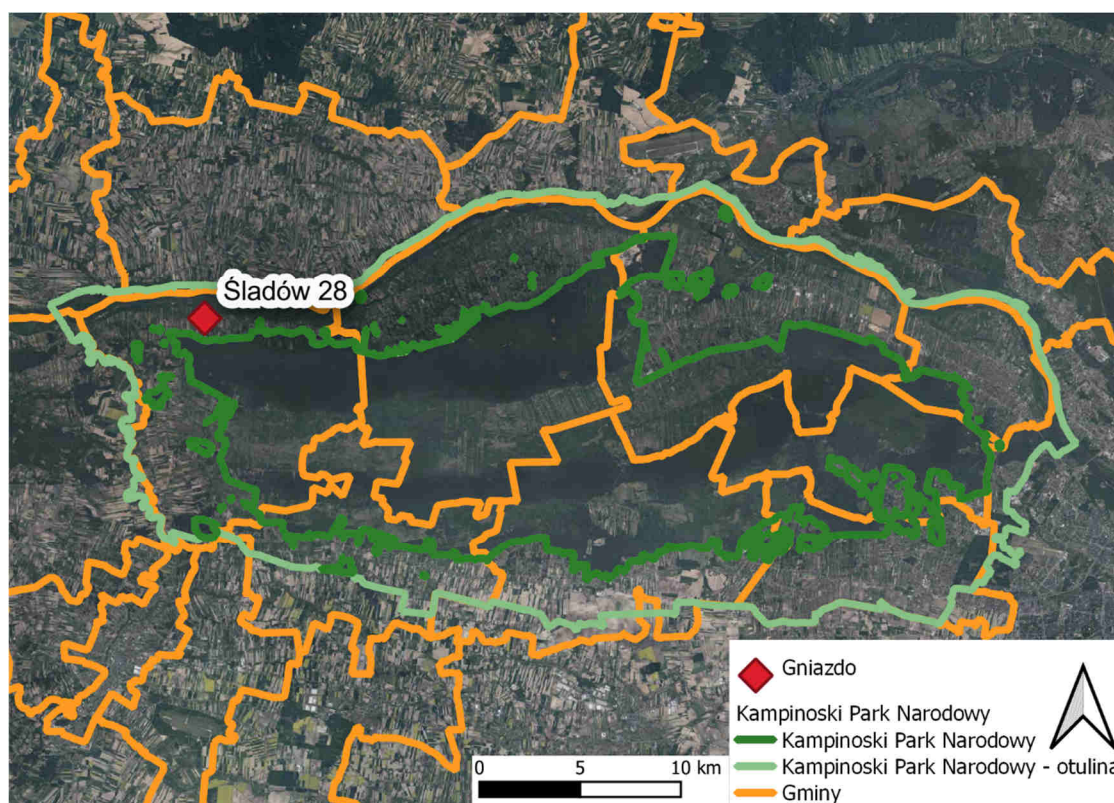
Fot. 27. Widok wnętrza w Starym Polesiu, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze



Fot. 28. Widok wnętrza w Starym Polesiu, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze

### 5.2.1.18 Gniazdo 18 – Śladów

Gniazdo zlokalizowane jest we wsi Śladów w gminie Brochów. Jest to zachodnia część otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego (Rys. 82).



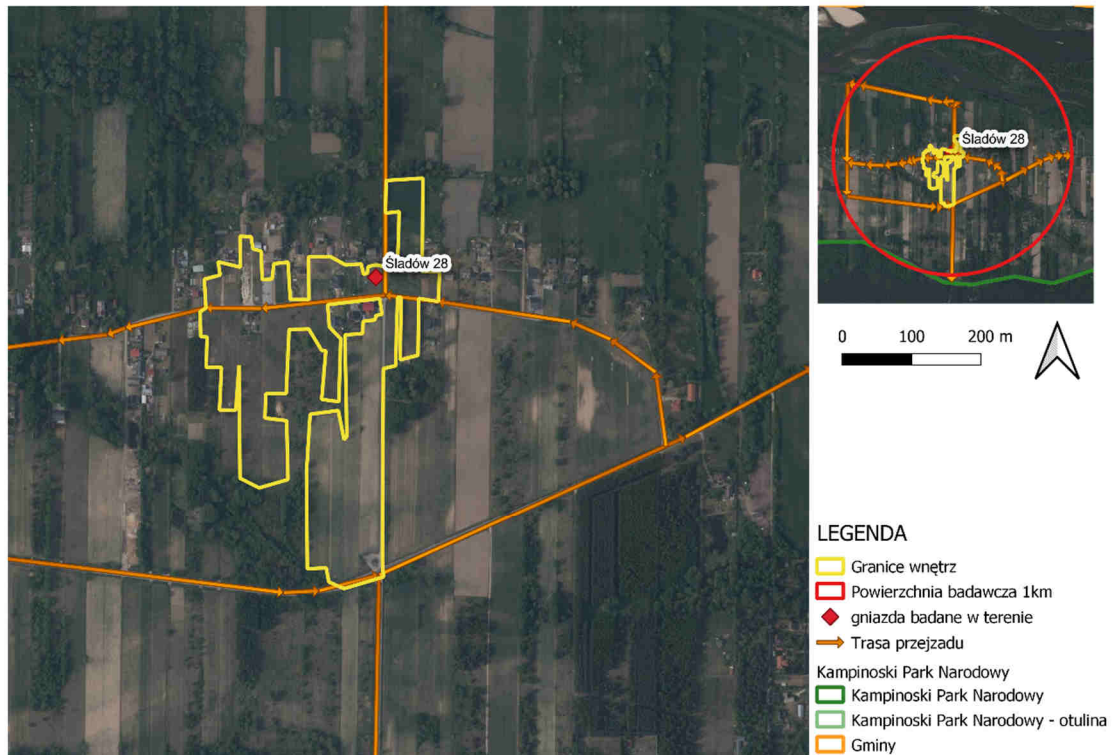
Rys. 82 Lokalizacja gniazda nr 18 – Śladów

#### A. Tło krajobrazowe

Północna część powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to wnętrze koryta rzeki. Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym, które przylega do zespołu wnętrz tworzonych przez przylegające do siebie ogrodzone posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Reszta to wnętrza podobne do analizowanego. Mają charakter przyrodniczo –



kulturowy. Ich ściany stanowią zadrzewienia i pojedyncze budynki a powierzchnię płaskiej podłogi pokrywają przeplatające się pola, nieużytki i użytki zielone.



**Rys. 83 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 18 w Śladowie.**

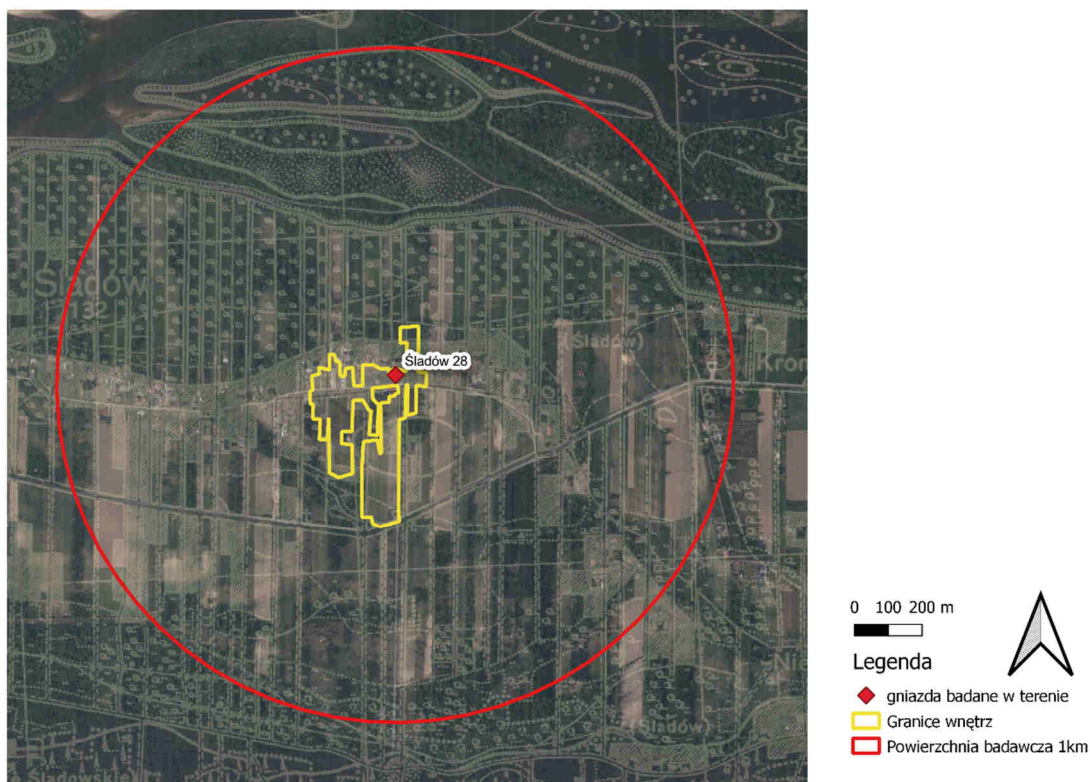
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 83):

B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 84):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.



**Rys. 84** Widok wnętrza w Śladowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 8,68 ha,
- długość osi północ – południe – 593 m,
- długość osi wschód – zachód – 345 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 3517 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza obiektywne.

F. Charakter wnętrza (Fot. 29, Fot. 30):

- rodzaj ścian – ogrodzenia, budynki, zadrzewienia, pojedyncze drzewa i krzewy;
- rodzaj podłogi – pola uprawne i użytki zielone na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – drogi asfaltowe;
- dominanta - gniazdo ulokowane na drewnianym słupie wolnostojącym na prywatnej posesji;
- akcenty – przystanek, słupy energetyczne.





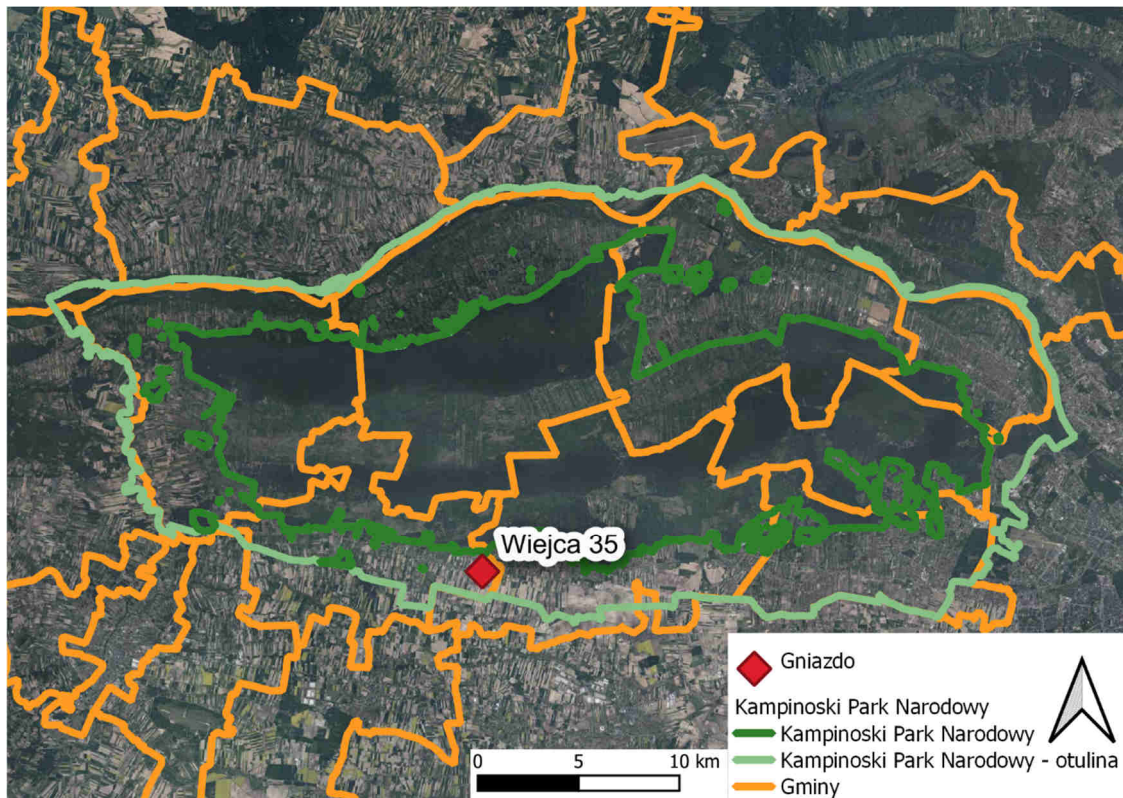
Fot. 29. Widok wnętrza w Śladowie, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrza



Fot. 30. Widok wnętrza w Śladowie, drogi asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrza, przystanek jest akcentem

### 5.2.1.19 Gniazdo 19 – Wiejca

W miejscowości Wiejca w gminie Kampinos gniazdo ulokowane jest na przydrożnym słupie energetycznym (Rys. 85). Znajduje się w południowej części otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego.

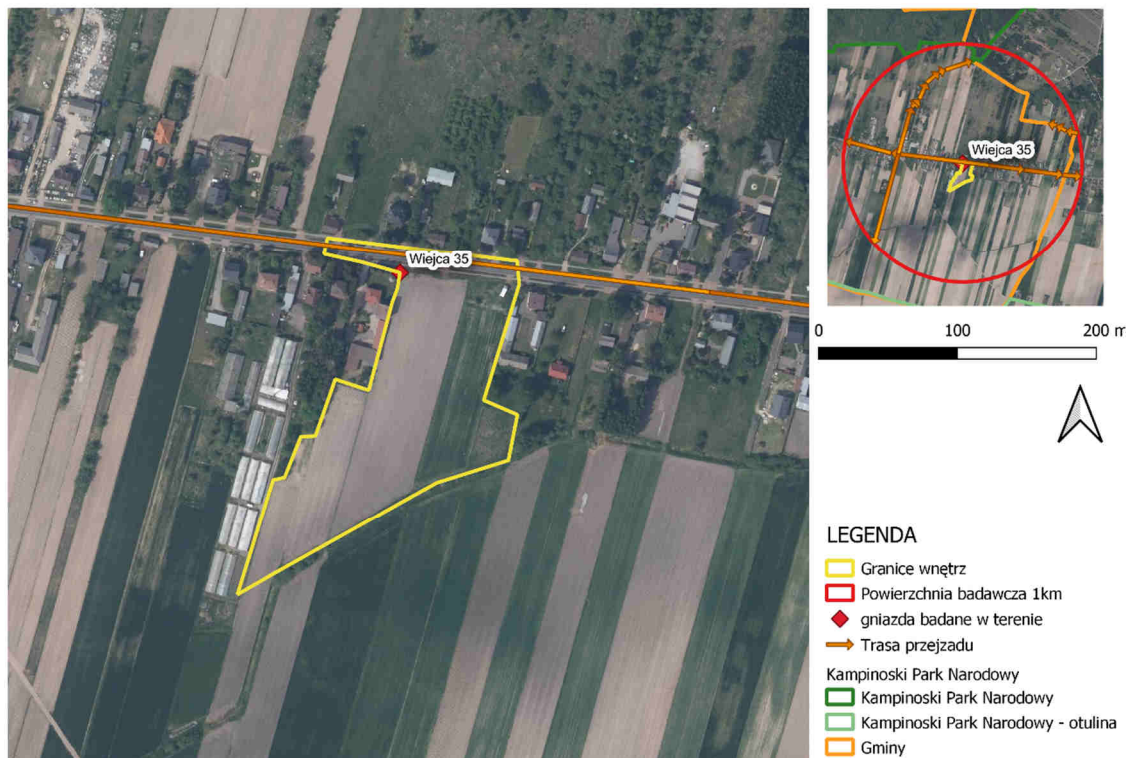


Rys. 85 Lokalizacja gniazda nr 19 - Wiejca

#### A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 86), które sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Południowe sąsiedztwo to makrownętrze, którego podłogą są pola i użytki zielone,

akcenty to pojedyncze drzewa i krzewy na miedzach a elementami dominującymi i dysharmonizującymi są słupy wysokiego napięcia. Od północy pojawiają się średniej wielkości wnętrza, których ściany częściowo tworzą zwarte zadrzewienia gatunków mieszanych.



Rys. 86 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 19 w Wiejcy.

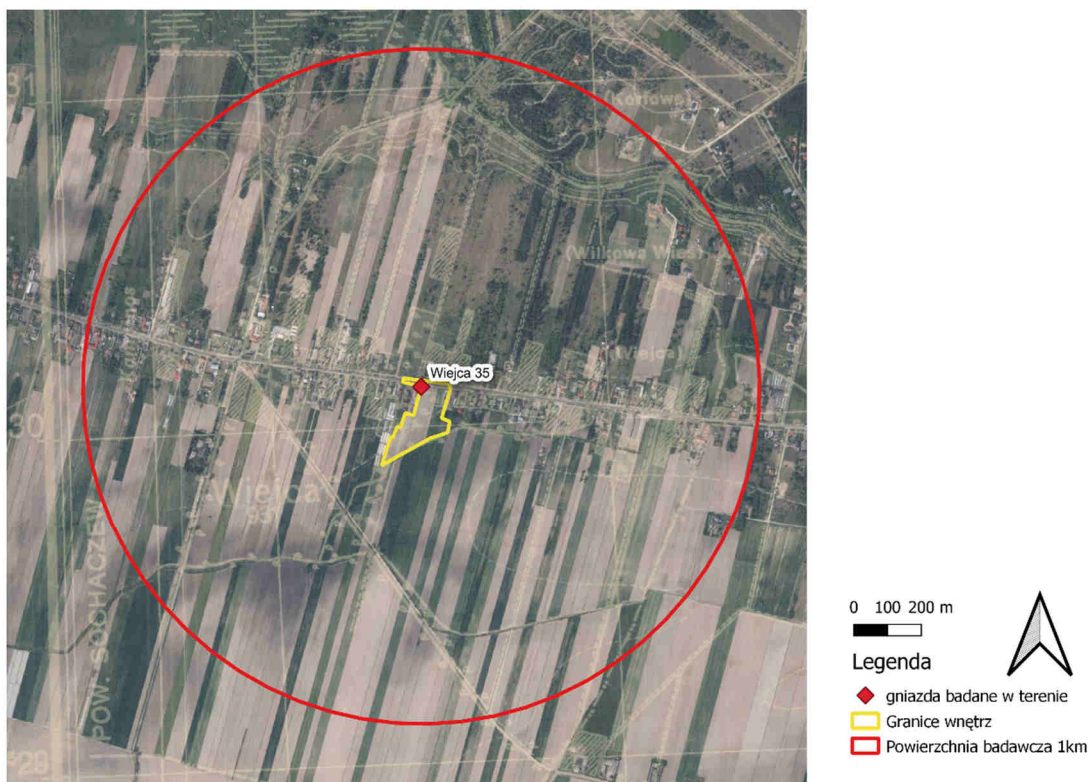
Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 86):

B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 87):

- historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany.



Rys. 87 Widok wnętrza w Wiejcy na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

#### D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 2,33 ha,
- długość osi północ – południe – 258 m,
- długość osi wschód – zachód – 203 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 884 m.

#### E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza subiektywne (ściany odbierane subiektywnie – powyżej 60 % otwarć w ścianach).

#### F. Charakter wnętrza (Fot. 31):

- rodzaj ścian – krzewy, ogrodzenia, ściany budynków, drzewa i rów;
- rodzaj podłogi – pola uprawne na terenie płaskim;
- linie prowadzenia – droga asfaltowa;
- dominanta – gniazdo na przydrożnym słupie;
- akcenty – brak.

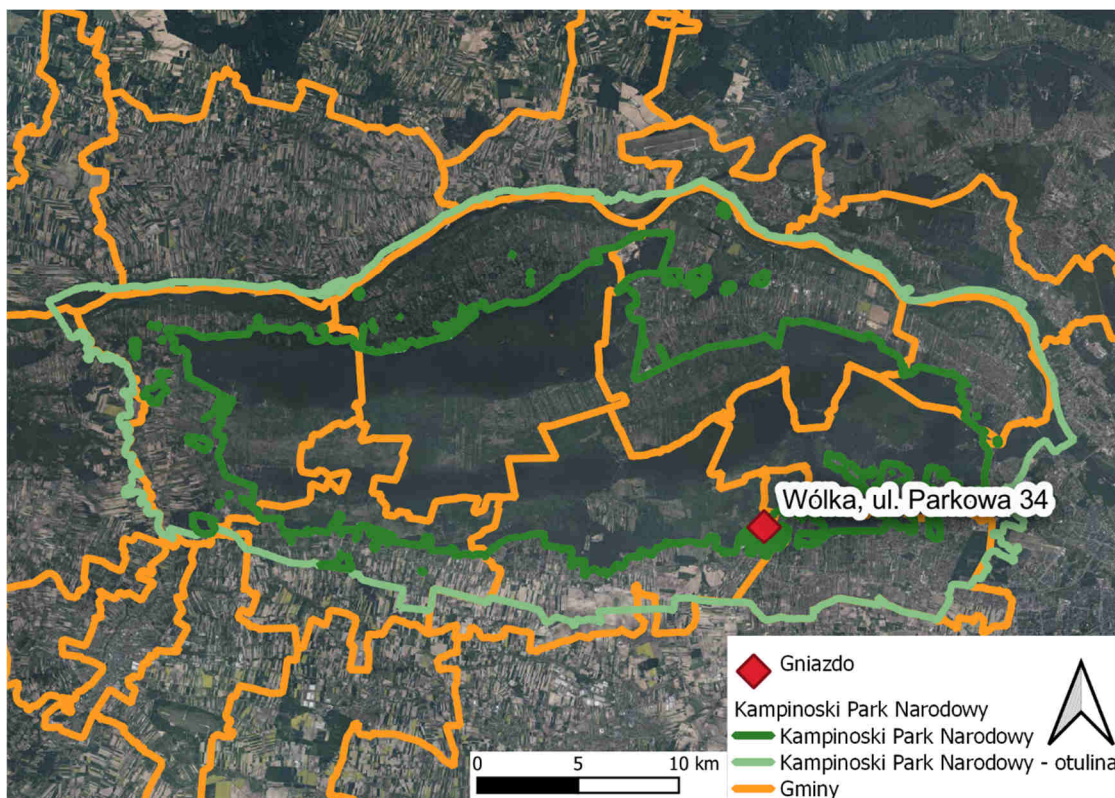




Fot. 31 Widok na wnętrze krajobrazowe w Wiejcy, droga jako linia prowadzenia

### 5.2.1.20 Gniazdo 20 – Wólka

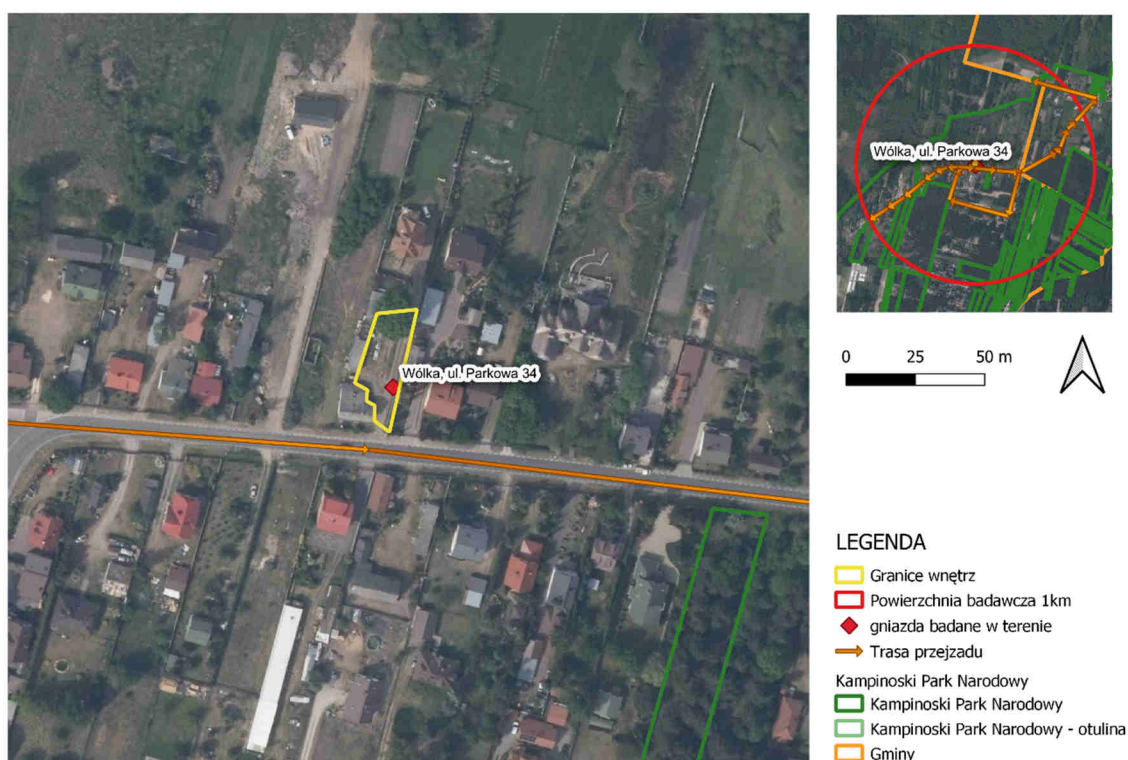
Gniazdo zlokalizowane we wsi Wólka na ulicy Parkowej w gminie Leszno, znajduje się w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego. Ponadto około połowa powierzchni badawczej wyznaczonej okręgiem o promieniu 1 km wokół gniazda położona jest w granicach Parku (Rys. 88).



Rys. 88 Lokalizacja gniazda nr 20 – Wólka

## A. Tło krajobrazowe

Gniazdo znajduje się we wnętrzu krajobrazowym (Rys. 89), które sąsiaduje z zespołami wewnątrz tworzonych przez przylegające do siebie posesje prywatne z wolnostojącymi budynkami jednorodzinnymi i gospodarczymi, usytuowanymi wzdłuż dróg. Reszta powierzchni badawczej w promieniu 1 km od gniazda to małe wnętrza o charakterze przyrodniczo – kulturowym. Ich ściany tworzą zadrzewienia i pojedyncze budynki. Płaską podłogę określają przede wszystkim pola, łąki i nieużytki.



Rys. 89 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 20 w Wólce.

Opis wnętrza krajobrazowego, w którym znajduje się gniazdo bociana białego (Rys. 89):

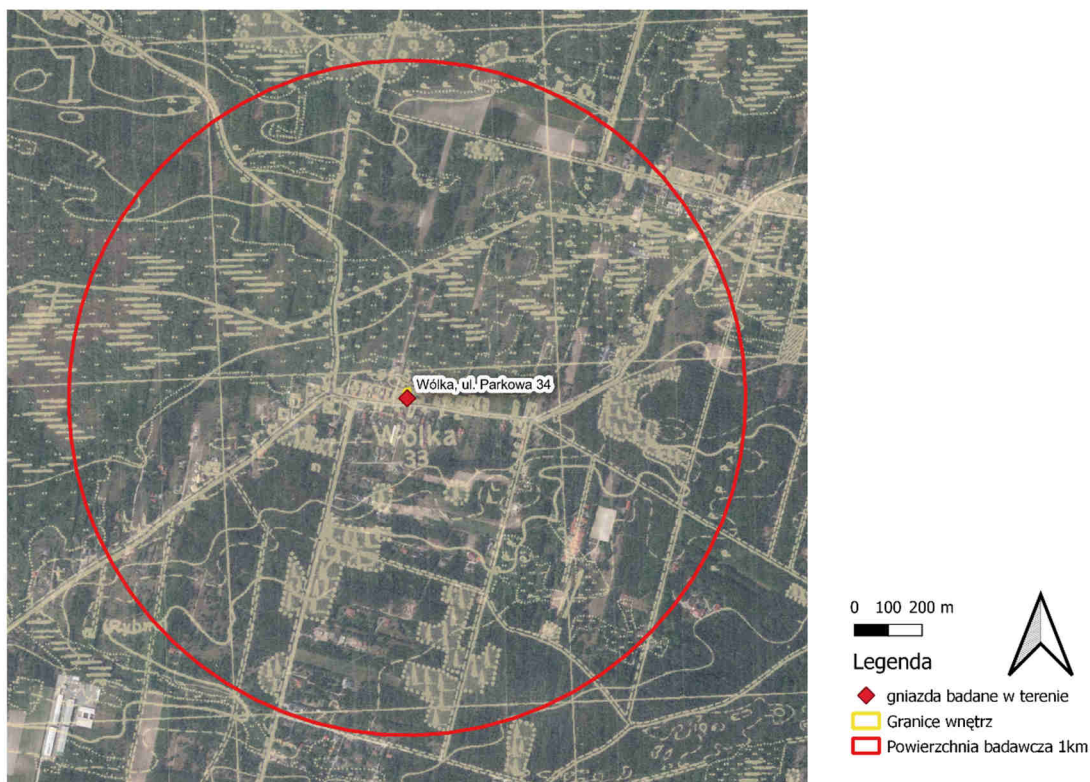
B. Typ krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposób użytkowania:

- kulturowe dysharmonijne.

C. Model wnętrza (Rys. 90):

- historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny.





Rys. 90 Widok wnętrza w Wólce na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych

D. Cechy geometryczne wnętrza:

- powierzchnia – 0,05 ha,
- długość osi północ – południe – 44 m,
- długość osi wschód – zachód – 22 m,
- długość ścian wyznaczających wnętrze – 111 m.

E. Rodzaj wnętrza ze względu na transparentność ścian:

- wnętrza konkretne (ściany jednoznacznie zarysowane – do 30 % otwarć w ścianach).

F. Charakter wnętrza (Fot. 32):

- rodzaj ścian – ogrodzenia, budynki;
- rodzaj podłogi – płaska, pokryta pielęgnowanym trawnikiem;
- linie prowadzenia – ślady kół;
- dominanta – okazały dąb;
- akcenty – gniazdo umieszczone na słupie drewnianym, pojedynczym, wolnostojącym na terenie prywatnej posesji.



Fot. 32 Widok na wnętrze krajobrazowe w Wólce

### 5.2.2 Współczynniki korelacji pomiędzy parametrami opisującymi wnętrza krajobrazowe, a parametrami opisującymi bociana białego

Analiza korelacji Persony pomiędzy parametrami opisującymi populację bociana białego a cechami geometrycznymi 20-tu wnętrz, w których zlokalizowane było gniazdo, wskazała kilka istotnych statystycznie zależności (Tab. 22). Powierzchnia wnętrza oddziaływała negatywnie na zajętość gniazda. Wykazała również trend ujemny na powodzenie lęgów, a dodatni na ich niepowodzenie. Długość ścian wnętrza wykazała jedynie ujemny trend na zajmowanie gniazda. Ponad  $\frac{3}{4}$  wnętrz było dłuższe na osi północ – południe, jednak korelacje wykazały jedynie ujemny trend wpływu na liczbę młodych zdolnych do lotu. Dużo większy wpływ na stan populacji bociana białego miała długość osi wschód – zachód. Istotnie ujemnie wpływała na zajętość gniazda, jak i na ilość lęgów udanych. Wykazany został również dodatni trend z ilością lęgów nieudanych.

Tab. 22 Współczynniki korelacji Persony pomiędzy parametrami opisującymi populację bociana białego a cechami geometrycznymi wnętrza dla 20 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, **zielony** oznacza korelacje dodatnie, **pomarańczowy** - ujemne.

Współczynniki korelacji Persony	Powierzchnia wnętrza	Długość ścian wnętrza	Oś północ-południe	Oś wschód - zachód
Zajętość gniazda	-0,652**	-0,427 <sup>tr</sup>	brak	-0,617**
Lęgi nieudane	0,428 <sup>tr</sup>	brak	brak	0,434 <sup>tr</sup>
Lęgi udane	-0,462 <sup>tr</sup>	brak	brak	-0,526*
Liczba młodych zdolnych do lotu	brak	brak	-0,429 <sup>tr</sup>	brak

### 5.2.3 Porównanie parametrów populacji bociana białego w zależności od parametrów krajobrazowych

Parametry krajobrazowe określone dla wnętrz, w których zlokalizowane było gniazdo (por. rozdział 5.2.1) porównane zostały z parametrami opisującymi populację bociana białego. Dla wyznaczonych dwudziestu pięciu wnętrz krajobrazowych, określonych dla dwudziestu gniazd, żadnego nie przyporządkowano do krajobrazu typu przyrodniczego (Tab. 23). W typie przyrodniczo-kulturowym było tylko jeden podtyp, natomiast w typie kulturowym dwa. Siedemnaście wnętrz to wnętrza przyrodniczo – kulturowe dysharmonijne, cztery wnętrza są kulturowe dysharmonijne, a dwa kulturowe zdegradowane. Porównanie z parametrami bocianimi wyszło nieistotne statystycznie w obu testach.

Tab. 23 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w KPN w zależności od typu krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia antropogenicznego i sposobu użytkowania. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – typ krajobrazu	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2$ $p$
Zajętość gniazda	Przyrodniczo kulturowe dysharmonijne	17	0,761	0,258
	Kulturowe dysharmonijne	4		
	Kulturowe zdegradowane	2		
Łęgi nieudane	Przyrodniczo kulturowe dysharmonijne	17	0,995	0,196
	Kulturowe dysharmonijne	4		
	Kulturowe zdegradowane	2		
Łęgi udane	Przyrodniczo kulturowe dysharmonijne	17	0,408	0,364
	Kulturowe dysharmonijne	4		
	Kulturowe zdegradowane	2		
Liczba młodych	Przyrodniczo kulturowe dysharmonijne	17	0,480	0,152
	Kulturowe dysharmonijne	4		
	Kulturowe zdegradowane	2		

Na podstawie metody JARK-WAK przyporządkowano wnętrza do modelu (Tab. 24). Cztery z nich należą do grupy zabytkowej, krajobrazu harmonijnego, jest to model historyczny jednorodny lub nawarstwiony z czytelnym układem kompozycji oraz różnym stopniem zachowania zabudowy tradycyjnej. Do powyższej grupy zaliczany jest również model wnętrz historyczny nawarstwiony z czytelnym układem kompozycji i zaniedbaną lub zdegradowaną zabudową historyczną. Do tego modelu przyporządkowano dziesięć

wnętrz. W grupie mieszanej, gdzie krajobraz jest względnie harmonijny znalazły się cztery wnętrza. Opisuje je model dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym z czytelnym układem kompozycji na tle historycznego oraz dobrym lub dość dobrym stanem zachowania zabudowy tradycyjnej. Ostatnia grupa, do której należy sześć wnętrz, to krajobraz dysharmonijny z modelem dominującym współczesnym, sprzecznym z dawnym, w którym dawny układ kompozycji jest słabo czytelny lub nieczytelny, ale stan zabudowy tradycyjnej jest dobry lub dość dobry. Porównanie modeli wnętrz, w których występowało gniazdo z parametrami bocianimi wyszło nieistotne statystycznie w teście ANOVA. Natomiast w teście zgodności  $\chi^2$  ujawniony został trend zależności z liczbą młodych zdolnych do lotu.

Tab. 24 Porównanie parametrów opisujących populację boaciana białego w zależności od modelu wnętrza. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – model wnętrza	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2 p$
Zajętość gniazda	Historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny	4	0,745	0,480
	Historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany	10		
	Dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym	5		
	Dominujący współczesny, spreczny z dawnym	6		
Lęgi nieudane	Historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny	4	0,675	0,297
	Historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany	10		
	Dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym	5		
	Dominujący współczesny, spreczny z dawnym	6		
Lęgi udane	Historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny	4	0,914	0,315
	Historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany	10		
	Dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym	5		
	Dominujący współczesny, spreczny z dawnym	6		
Liczba młodych	Historyczny jednorodny lub nawarstwiony różny	4	0,996	0,090
	Historyczny nawarstwiony zaniedbany lub zdegradowany	10		

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – model wnętrza	Liczba wnętrza	ANOVA $p$	$\chi^2 p$
	Dominujący współczesny, stosunkowo harmonizujący z dawnym	5		
	Dominujący współczesny, sprzeczny z dawnym	6		

Każdemu z wyznaczonych wnętrza określono rodzaj ze względu na transparentność ścian (Tab. 25). Zdefiniowano czternaście wnętrza konkretnych, czyli jednoznacznie zarysowanych, których ściany mają do 30 % otwarć w ścianach. Wnętrza obiektywnych było dziewięć. Natomiast wnętrza subiektywnych, których ściany mają powyżej 60 % transparentności, było najmniej, tylko dwa. Tu również porównanie z parametrami populacji bociana białego wyszło nieistotne statystycznie w teście ANOVA. W teście zgodności  $\chi^2$  pojawił się trend z ilością lęgów nieudanych.

Tab. 25 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w zależności od rodzaju wnętrza określonego przez transparentność ścian. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – rodzaj wnętrza	Liczba wnętrza	ANOVA $p$	$\chi^2 p$
Zajętość gniazda	Konkretne	14	0,776	0,124
	Obiektywne	9		
	Subiektywne	2		
Lęgi nieudane	Konkretne	14	0,327	0,072
	Obiektywne	9		
	Subiektywne	2		
Lęgi udane	Konkretne	14	0,726	0,841
	Obiektywne	9		
	Subiektywne	2		
Liczba młodych	Konkretne	14	0,375	0,190
	Obiektywne	9		
	Subiektywne	2		

Każde z wyznaczonych wnętrza zostało również opisane ze względu na swój charakter, który określona, między innymi, rodzaj ścian i podłogi, cechujących się swoistą kolorystyką czy fakturą, transparentnością wynikającą z tworzywa. Dominującym tworzywem ścian w jedenastu wnętrzach były zakrzewienia i drzewa gatunków liściastych i iglastych (Tab. 26). Dla trzech wnętrza głównym tworzywem ściany były zakrzewienia składające się z drzew liściastych, a dla kolejnych dwóch, były to drzewa iglaste. Również w dwóch przypadkach głównym tworzywem ścian wnętrza, były wolnostojące budynki a w czterech ogrodzenia posesji. Dominującym tworzywem



ściany w dwóch wnętrzach był wał przeciwpowodziowy. Po porównaniu rodzajów ścian z parametrami opisującymi populację bociana za pomocą testu ANOVA okazało się, że nie ma istotnych statystycznie zależności. Jednakże po rozdzieleniu rodzaju dominującego tworzywa ścian na dwie grupy na „drzewa” i „inne” oraz porównaniu z parametrami opisującymi populację bociana w teście tym uzyskano trend zależności ( $p = 0,096$ ) pomiędzy typem dominującej ściany a liczbą młodych zdolnych do lotu. Porównując dominujący rodzaj ścian z parametrami opisującymi populację bociana białego w teście zgodności  $\chi^2$  uzyskano istotnie statystycznie powiązanie z lęgami nieudanymi.

Tab. 26 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w KPN w zależności od przeważającego tworzywa ścian wnętrza. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – charakter wnętrza, rodzaj przeważającego tworzywa ściany	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2$ $p$
Zajętość gniazda	Drzewa liściaste	3	0,126	0,645
	Drzewa iglaste	2		
	Drzewa mieszane	11		
	Budynki	2		
	Ogrodzenia	4		
	Wał/teren	2		
Lęgi nieudane	Drzewa liściaste	3	0,510	0,042
	Drzewa iglaste	2		
	Drzewa mieszane	11		
	Budynki	2		
	Ogrodzenia	4		
	Wał/teren	2		
Lęgi udane	Drzewa liściaste	3	0,329	0,176
	Drzewa iglaste	2		
	Drzewa mieszane	11		
	Budynki	2		
	Ogrodzenia	4		
	Wał/teren	2		
Liczba młodych	Drzewa liściaste	3	0,292	0,187
	Drzewa iglaste	2		
	Drzewa mieszane	11		
	Budynki	2		
	Ogrodzenia	4		
	Wał/teren	2		

Z opisu podłogi 20 analizowanych wnętrz (Tab. 27) wynika, że podłoga w nich była płaska. Dla pięciu wnętrz w pokryciu podłogi przeważały pola orne. Najczęściej jednak tworzywem podłogi były użytki zielone, łąki, które wykazano w siedmiu

wnętrzach krajobrazowych. Nieużytki dominowały w podłodze dwóch wnętrzach. Dla kolejnych pięciu wnętrz również płaską podłogę stanowiły trawniki. W trzech wnętrzach dominującym typem podłogi była droga gruntowa bądź asfaltowa. Porównanie rodzajów podłogi z parametrami populacji bociana białego nie dało istotnych statystycznie wyników w żadnym z testów.

Tab. 27 Porównanie parametrów charakteryzujących populację bociana białego w KPN w zależności od rodzaju dominującej podłogi we wnętrzu. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – charakter wnętrza, rodzaj przeważającego tworzywa podłogi	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2$ $p$
Zajętość gniazda	Pola	7	0,430	0,502
	Użytki zielone	8		
	Nieużytki	2		
	Trawnik	5		
	Droga	3		
Lęgi nieudane	Pola	7	0,519	0,450
	Użytki zielone	8		
	Nieużytki	2		
	Trawnik	5		
	Droga	3		
Lęgi udane	Pola	7	0,414	0,303
	Użytki zielone	8		
	Nieużytki	2		
	Trawnik	5		
	Droga	3		
Liczba młodych	Pola	7	0,349	0,450
	Użytki zielone	8		
	Nieużytki	2		
	Trawnik	5		
	Droga	3		

Po pogrupowaniu rodzajów przeważającego tworzywa podłogi ze względu na występowanie użytków zielonych, pól uprawnych i/lub łąk oraz antropogeniczny (Tab. 28) a także zestawieniu z parametrami bocianimi, w teście ANOVA ujawniono dwa trendy, zarówno w przypadku liczby młodych zdolnych do lotu jak i na ilość lęgów nieudanych.

Tab. 28 Porównanie parametrów charakteryzujących populację bociana białego w zależności od pogrupowanego rodzaju przeważającego tworzywa podłogi we wnętrzu krajobrazowym. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – charakter wnętrza, rodzaj przeważającego tworzywa podłogi	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2 p$
Zajętość gniazda	Tereny rolne (pola, użytki zielone, nieużytki)	17	0,908	0,562
	Tereny antropogeniczne (trawnik, droga)	8		
Lęgi nieudane	Tereny rolne (pola, użytki zielone, nieużytki)	17	0,088	0,630
	Tereny antropogeniczne (trawnik, droga)	8		
Lęgi udane	Tereny rolne (pola, użytki zielone, nieużytki)	17	0,987	0,896
	Tereny antropogeniczne (trawnik, droga)	8		
Liczba młodych	Tereny rolne (pola, użytki zielone, nieużytki)	17	0,064	0,371
	Tereny antropogeniczne (trawnik, droga)	8		

Analizy kompozycji wnętrz wykazały (Tab. 29), że dominanty krajobrazowe wystąpiły w piętnastu z analizowanych 20 wnętrz. Najczęściej, bo w 10-ciu przypadkach, dominantą było gniazdo bociana białego. Po porównaniu występowania dominanty we wnętrzu z parametrami bocianimi nie wyszły żadne istotne statystycznie zależności poza trendem powodzenia lęgów od występowania dominaty we wnętrzu krajobrazowym, co wykazano w teście ANOVA. Natomiast w teście zgodności  $\chi^2$  ta zależność wyszła mało istotna statystycznie.

Tab. 29 Porównanie parametrów populacji bociana białego w zależności od występowania dominanty krajobrazowej we wnętrzu. (trend  $p < 0,1$  – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze  $p < 0,001$  – ciemnozielony)

Parametr bociani	Parametr krajobrazowy – występowanie dominanty krajobrazowej	Liczba wnętrz	ANOVA $p$	$\chi^2 p$
Zajętość gniazda	Występowanie dominanty krajobrazowej	15	0,538	0,558
	Brak dominanty krajobrazowej	10		
Lęgi nieudane	Występowanie dominanty krajobrazowej	15	0,170	0,462
	Brak dominanty krajobrazowej	10		
Lęgi udane	Występowanie dominanty krajobrazowej	15	0,094	0,042
	Brak dominanty krajobrazowej	10		
Liczba młodych	Występowanie dominanty krajobrazowej	15	0,161	0,346
	Brak dominanty krajobrazowej	10		

## 6 Dyskusja

### 6.1 Parametry środowiskowe a bocian biały

#### 6.1.1 Pokrycie terenu

Pierwszym krokiem w niniejszych badaniach była analiza pokrycia terenu w zależności od dystansu do gniazd bociana białego. Analiza korelacji pokrycia terenu została przeprowadzona dla dwóch okresów badawczych odpowiadających interwałom pomiędzy bazami CLC tj. dla okresu 2006-2012 oraz 2012-2018. Zgodnie z przewidywaniami i dotychczasową wiedzą na temat gatunku (Carrascal i in., 1993) dominującym pokryciem terenu na powierzchniach badawczych, według I rzędu CLC, wyznaczonych przez okręgi o promieniach 1, 2, 3 4 i 5 km od gniazda (por. rozdział 4.1), były tereny rolne (kod CLC 2). Dla każdego z badanych okresów, stanowiły one, przy maksymalnej powierzchni badawczej ponad połowę terenu. Zgodnie z przewidywaniami, badany obszar cechował się znaczącym udziałem lasów i ekosystemów seminaturalnych (kod CLC 3), które stanowiły nieco ponad jedną trzecią w każdym z badanych okresów. Wynika to z lokalizacji obszaru badawczego na terenie Puszczy Kampinoskiej (por. rozdział 4.1) (Otręba i in., 2010; Solon i in., 2021), w obszarze której nastąpiły znaczące zmiany użytkowania terenu od czasu utworzenia Kampinoskiego Parku Narodowego. Po jego powstaniu realizowano bowiem plany ochrony, prowadzące do zalesienia części dawnych terenów rolniczych i postępu sukcesji opuszczonych działek rolnych.

Zmiany użytkowania gruntów prowadzące do przemian krajobrazu nie są czynnikami, które wymagają szybkiej adaptacji i mają krótkoterminowe konsekwencje, ale są powolne i powodują trwałe perturbacje (Wingfield, 2013). Konsekwencje takich powolnych przemian wymagają monitorowania przez dłuższy okres czasu, jak kilka lat. Bocian biały wraz z 4 innymi gatunkami ptaków, w audycie krajobrazowym bezpośrednio pojawia się jako jedna z cech przyrodniczych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019). Jego obecność ma wyróżniać dany krajobraz, w którym występuje. Jednakże nie wszystkie parametry opisujące populację bociana białego są użyteczne na podobnym poziomie. Bardzo małą liczbę wyników istotnych statystycznie wskazały korelacje z lęgami nieudanymi. Pozostałe parametry opisujące populację bociana białego tj. zajętość gniazda, lęgi udane oraz liczba młodych zdolnych do lotu, wykazały dużo więcej

związków z parametrami środowiskowymi. Pośrednio jako gatunek wskaźnikowy i parasolowy, bocian biały może być również wykorzystany do monitoringu zagrożeń struktury ekologicznej krajobrazu jak np. zmniejszanie się różnorodności biologicznej. Do oceny przemian zachodzących wewnątrz ekosystemu, które nie są widoczne na pierwszy rzut oka a spowodowane zostały zmianami w użytkowaniu terenu, można wykorzystać populacje ptaków, które są widocznymi, mierzalnymi wskaźnikami ekosystemu.

## **6.1.2 Bocian biały a pokrycie terenu Corine Land Cover**

### **6.1.2.1 Wpływ terenów antropogenicznych**

Wraz ze wzrostem dystansu od gniazd rośnie negatywny wpływ terenów antropogenicznych (kod CLC 1) na parametry opisujące populację bociana białego. Nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji pomiędzy udziałem obszarów antropogenicznych w najbliższym otoczeniu tj. do 1 km od gniazda a jakimkolwiek parametrem opisującym populację tego ptaka. Może to częściowo potwierdzać informacje dotyczące typowego obszaru żerowania bociana, który wynosi wg źródeł do 5 km od gniazda w zależności od zasobności bazy pokarmowej (Johst i in., 2001; Zurell i in., 2015), natomiast gniazda zakładane są na terenie osad ludzkich, które stanowiąc najbliższe otoczenie nie są odpowiednim miejscem do zdobywania pokarmu i nie są one kluczowe. Obserwacje te zdają się mieć również potwierdzenie w typowych krajobrazach, w których obserwujemy bociana białego. Gatunek ten jako ptak agrocenozy, szczególnie upodobał sobie jako miejsce gniazdowania obszary antropogeniczne. W obszarach poza występowaniem osad ludzkich, natężenie występowania słupów, które są najczęściej wybieranymi stanowiskami dla gniazd (Gyalus i in., 2018; Janiszewski, Minias, Wojciechowski, i in., 2014; Kuźniak & Tobółka, 2010) jest zdecydowanie niższe niż na wiejskich obszarach antropogenicznych. W związku z powyższym można zaryzykować stwierdzenie, że obszar antropogeniczny – zabudowa mieszkalna – w pobliżu gniazd bociana białego jest bardzo pożądanym podczas gdy w dalszych odległościach od gniazda zaczyna mu przeszkadzać. W tych odległościach zaobserwowano silną negatywną korelację z występowaniem zabudowy miejskiej luźnej (kod CLC 112). Pokrywa się to z obserwacjami innych badaczy, iż większość gniazd zlokalizowana jest w obrębie zabudowań wiejskich gdzie nie



wywierają one negatywnego wpływu, natomiast wycofują się od zabudowy miejskiej (Janiszewski, Minias, Wojciechowska, i in., 2014; Kuźniak & Tobółka, 2010).

Niezależnie od odległości tereny przemysłowe lub handlowe (kod CLC 121) mają ujemne oddziaływanie na zajętość gniazd, powodzenie lęgów oraz liczbę młodych zdolnych do lotu. W tej sytuacji potwierdza się powyższa prawidłowość, choć w mniejszym stopniu, ponieważ korelacja z zajętością gniazd jest najsłabsza, lecz istotna, dla bufora 1 km ( $p < 0,01$ ), podczas gdy dla większych buforów są wysoko istotne ( $p < 0,001$ ); korelacja lęgów udanych dla 1 km z terenami przemysłowymi lub handlowymi jest mało istotna ( $p < 0,1$ ), natomiast dla 2, 4 i 5 km jest istotniejsza ( $p < 0,05$ ) a dla 3 km nawet  $p < 0,01$ . W przypadku liczby młodych zdolnych do lotu niezależnie od odległości od gniazda korelacje z kodem CLC 121 są istotne ( $p < 0,01$ ). Podsumowując, tereny przemysłowe lub handlowe oznaczone kodem CLC 121 są jednymi z najważniejszych czynników oddziałujących na parametry populacji bociana białego, gdyż dla każdej odległości badanego bufora, negatywne korelacje są istotne statystycznie. Jest to jedyny parametr pokrycia terenu, który ma istotność statystyczną z trzema z czterech parametrów bocianich (nie wpływa jedynie na lęgi nieudane) a korelacje istotne statystycznie z  $p < 0,1$  występują we wszystkich buforach.

W kategorii terenów antropogenicznych silny negatywny wpływ na powyższe parametry wywiera również występowanie terenów komunikacyjnych, terenów związanych z komunikacją drogową i kolejową (122) oraz lotnisk (124). Nie można dokładnie ocenić wpływu pokrycia terenu oznaczonego kodami 122, 123, 124, 132 i 141 według CLC (por. rozdz. 4.4.2), ponieważ takie tereny znajdują się powyżej 2 km od dowolnego gniazda spośród 122 badanych. Zatem brak tego pokrycia nie wyklucza jego wpływu na parametry opisujące populację bociana białego. Gdy te tereny występują w dalszej odległości od gniazda okazują się istotne statystycznie a korelacje są negatywne. Nie dotyczy to jednak portów (123), które są nietypową kategorią użytkowania terenu w Kotlinie Warszawskiej. W związku z powyższym można skonkludować, że samo występowanie terenów komunikacyjnych, lotnisk, zwałowisk i hałd, miejskich terenów zielonych to czynniki niekorzystne dla bociana białego. Jednakże do kategorii zwałowiska i hałdy (132) w CLC, zaliczane są również wysypiska (J. Białowicz & Białowicz, 2022). Ich negatywne oddziaływanie stoi w opozycji do wyników jakie uzyskali Białas i in. (Białas i in., 2020). Zaskakujące jest silne, negatywne oddziaływanie miejskich terenów zielonych i wypoczynkowych (14) zarówno na zajętość gniazd ( $p < 0,01$ ), powodzenie lęgów ( $p < 0,05$ ) jak i liczbę młodych zdolnych do lotu

( $p < 0,01$ ). Poddaje to w wątpliwość np. działania podjęte w obszarze badawczym na terenie miejscowości Wojcieszyn. Na terenie rekreacyjnym przy ul. Sielskiej został zamontowany słup z platformą na gniazdo bocianie, która zgodnie z wizją terenową przeprowadzoną w ramach niniejszej pracy, nie została dotychczas zajęta. Natomiast wg dostępnych informacji, m.in. na Mapach Google (Google, 2023), istnieje co najmniej od 5 sezonów lęgowych.

### **6.1.2.2 Wpływ terenów rolnych**

Najsilniejszą korelację z zajętością gniazda, spośród wszystkich typów pokrycia terenu w I rzędzie Corine Land Cover, wykazywały tereny rolne (kod CLC 2). Współczynnik korelacji wynosił 0,315 ( $p < 0,001$ ) dla bufora o promieniu 1 km i malał wraz z odległością od gniazda. Dla 2 km już było to 0,272 ( $p < 0,01$ ), dla 3 km 0,201 ( $p < 0,05$ ). Analogiczne wyniki uzyskane dla gruntów ornych (kod CLC 21), które z powodu braku upraw stale nawadnianych na obszarze badawczym są tożsame z kodem CLC 211. Korelacje z tymi gruntami były istotne statystycznie przy poziomie istotności  $p < 0,01$ . Grunty orne w dotychczasowych badaniach mają niejednoznaczny wpływ, co zauważa (Białas i in., 2020). Czasem oddziałują korzystnie na populację bociana białego tak jak w przypadku (Olsson & Rogers, 2009; Radović & Tepić, 2009). Czasem obserwowano negatywne oddziaływanie homogenicznych krajobrazów rolnych (Kuźniak & Tobółka, 2010; Orłowski i in., 2019; Zurell i in., 2018). Wyniki uzyskane w tej pracy potwierdzają uzyskane wcześniej przez (Olsson & Rogers, 2009; Radović & Tepić, 2009) a jednocześnie wskazują na to, iż w lokalizacjach wybieranych przez bociany na gniazda, krajobraz nie jest homogeniczny. Kolejnym argumentem potwierdzającym zróżnicowaną strukturę gruntów ornych, co przekłada się na krajobraz o zróżnicowanej strukturze, jest pozytywna korelacja z obszarami upraw mieszanych (kod CLC 24). Istotne statystycznie korelacje ( $p < 0,05$ ) były obserwowane w buforach do 4 km od gniazda dla kodu CLC 243 (tereny zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej), oraz w buforach o promieniach 2, 3 i 4 km dla kodu CLC 24 (obszary upraw mieszanych). W żadnym rzędzie CLC nie znaleziono istotnych negatywnych korelacji z  $p < 0,1$  między różnymi typami pokrycia terenów rolnych (kody CLC 2, 2x, 2xx) a zajętością gniazda, co jest zgodne z innymi obserwacjami, iż bocian biały żeruje na terenach rolniczych i osiedla się w ich pobliżu (Białas i in., 2020; Olsson & Rogers, 2009; Radović & Tepić, 2009). Z niniejszej pracy płynie wniosek, iż ekosystem rolny, stworzony przez człowieka, w którym grunty orne są użytkowane

w sposób ekstensywny lub quasi-ekstensywny stwarza korzystne warunki dla rozwoju populacji bociana białego. Odporność bociana białego na umiarkowane czynniki antropogeniczne związane z gospodarką rolną sprawia, że jest on elementem ekstensywnego krajobrazu rolniczego, a jego nisza ekologiczna powiększa się dzięki gospodarce rolnej i działaniom takim jak przygotowania terenu pod uprawy rolne, wykaszanie łąk, stosowanie płodozmianu oraz ograniczenie monokultur rolnych. Właśnie występowanie bociana białego może być utożsamione z parametrem populacji bociana białego badanym w tej pracy – zajętość gniazda. Przedstawione wyniki pokazują, że obecność bociana białego w krajobrazie, jest indykatorem krajobrazu wiejskiego z przewagą wstęgowo ułożonych niewielkich pól ornych i pastwisk, określonego w audycie krajobrazowym (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019).

Tereny rolne miały również wpływ na liczbę lęgów udanych bociana białego, prezentując analogiczny trend jak przy zajętości gniazda. Korelacje z kodem CLC 2 (tereny rolne) były najsilniejsze ( $p < 0,001$ ) dla bufora o promieniu 1 km, dla 2 km ich siła spadała ( $p < 0,01$ ) a przy 3 km już wykazywały jedynie trend ( $p < 0,1$ ). W drugim i trzecim rzędzie CLC, jedyne istotne statystycznie korelacje odnotowano dla gruntów ornych (211). Zaskakujący jest silny wpływ występowania upraw trwałych (22), konkretnie sadów i plantacji (222) na zwiększenie liczby lęgów nieudanych ( $p < 0,001$  dla bufora o promieniu 2 km). Prawdopodobnie, tereny z wysoko zorganizowaną produkcją rolną, jaką są sady, nie stanowią korzystnego obszaru do żerowania dla bocianów. Mechanizacja i organizacja sadów w formie regularnych wygrodzeń z małymi przestrzeniami pomiędzy rzędami drzew o szerokości jednej maszyny rolniczej, spowodowała, że bocian biały nie jest w stanie polować na takim terenie, co zdaje się być rozwinięciem obserwacji poczynionych przez (Bjedov i in., 2023).

W niniejszej analizie nie został zaobserwowany wpływ łąk i pastwisk (kod CLC 23) na bociana białego, co odbiega od wyników jakie uzyskano w innych badaniach (Białas i in., 2020; Johst i in., 2001; Latus & Kujawa, 2005; Olsson & Rogers, 2009; Radović & Tepić, 2009; Sikora, 2017). Jest to zaskoczeniem, ponieważ, według Orłowskiego i in. (Orłowski i in., 2019) wraz ze wzrostem udziału łąk i pastwisk w obrębie 1 km od gniazda, rosła liczba młodych.

### 6.1.2.3 Wpływ lasów i ekosystemów seminaturalnych

Duży udział lasów i ekosystemów seminaturalnych (kod CLC3) w najbliższym otoczeniu gniazd wpływa negatywnie na wszystkie parametry opisujące populację bociana białego, w buforach do 1 km ( $p < 0,001$ ) i do 2 km ( $p < 0,05$ ). Ten trend potwierdza wcześniejsze obserwacje Pestki i in. (Pestka i in., 2023). Jednakże zaobserwowany jest znaczący udział lasów w otoczeniu badanych gniazd. Ponad 35% powierzchni obszaru badań zajmują lasy i ekosystemy naturalne (kod CLC 3). Podobne obserwacje poczynione zostały przez Orłowskiego i in. (Orłowski i in., 2019). W Puszczy Kampinoskiej, zwłaszcza lasy iglaste (kod CLC 312) negatywnie wpływają na zajmowanie gniazd (od  $p < 0,1$  do  $p < 0,001$  w zależności od odległości od gniazda). Przy zwiększającym się udziale lasów iglastych, zauważalny jest trend zwiększania liczby lęgów nieudanych ( $p < 0,1$ ) a jednocześnie obniża się liczba lęgów udanych (w najmniejszym buforze nawet  $p < 0,01$ ) oraz liczba młodych zdolnych do lotu ( $p < 0,05$ ). Widoczny jest również negatywny wpływ pozostałych rodzajów lasu (kod CLC 311, 313) na pojedyncze parametry bocianie (a szerzej wpływ związany z występowaniem kodu CLC 31). W odległości do 1 km od gniazda stwierdzono negatywną korelację z zajętością gniazda ( $p < 0,001$ ), dodatni trend ( $p < 0,1$ ) z ilością lęgów nieudanych i ujemną korelację z ilością lęgów udanych ( $p < 0,001$ ). Zauważono również negatywny wpływ lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian (kod CLC 324) na niektóre parametry jak przy wpływie na zajętość gniazda i liczbę młodych zdolnych do lotu ( $p < 0,05$ ). Powyższe wyniki zgodne są z wcześniejszymi badaniami nad preferencjami bociana białego, jednakże Tryjanowski i in. (Tryjanowski i in., 2018) wykazali, że lasy mogą okazjonalnie stanowić żerowisko bociana. Z tego punktu widzenia lasy mogłyby pozytywnie wpływać na ten gatunek typowy dla terenów otwartych. Wynika z tego, że warunki siedliskowe habitatu bociana białego zależą od udziału lasu w stosunku do terenów o innych typach pokrycia. Badania przedstawione w tej pracy zdają się potwierdzać niejednoznaczny wpływ obecności lasów wykazany również w badaniach Zurell i in. (Zurell i in., 2018). Istnienie lasu jest jednym z głównych parametrów pokrycia terenu (drugi czynnik na I poziomie CLC), jednak wysokie pokrycie terenu lasem negatywnie warunkuje parametry populacji bociana białego.

### 6.1.2.4 Wpływ obszarów podmokłych

Dotychczasowe badania pokazywały związek między występowaniem bociana białego a lokalizacją bagien śródlądowych, podkreślając że jest to ważny czynnik

siedliskowy (Białas i in., 2020; Janiszewski i in., 2013). W niniejszej pracy, bagna, są to obszary opisane kodami CLC 4, 41 i 411 a żadna z korelacji nie była istotna statystycznie (dla wszystkich  $p > 0,1$ ). Dość istotnym za to jest fakt, iż w obszarze do 1 km od gniazda nie zidentyfikowano w ogóle obszarów podmokłych, co mogłoby wskazywać, że samo występowanie bagien w bardzo bliskich odległościach od gniazda, eliminuje siedliska bociana białego. Ten wniosek jest dość niekonwencjonalny w świetle dotychczasowych badań, jednakże dyskusja w rozdziale 6.1.4 rozwija ten aspekt i podaje kolejne argumenty wskazujące na jego poprawność.

#### **6.1.2.5 Wpływ obszarów wodnych**

Pomimo, iż w ogólnej opinii obszary wodne również dobrze oddziałują na bociana białego analiza przeprowadzona w niniejszej pracy zdaje się potwierdzać jedynie wnioski przedstawione u Nowakowskiego (Nowakowski, 2003), tj. na obszarze badawczym występowanie obszarów wodnych (kod CLC 5) pozytywnie wpływa jedynie na liczbę młodych zdolnych do lotu (dla odległości od gniazda 2 km  $p < 0,05$ , 3 i 4 km  $p < 0,1$ ).

Między innymi te wyniki obserwacji, jak i omówione w poprzednim podrozdziale (6.1.2.4) są w sprzeczności z niektórymi dotychczasowymi pracami. Dlatego przeprowadzono dodatkowe analizy dotyczące występowania obszarów wodnych na terenie badań, które zostały omówione w dalszym rozdziale, 6.1.4.

#### **6.1.3 Bocian biały a rozdrobnienie przestrzenne krajobrazu zgodnie z Corine Land Cover**

W dotychczasowych badaniach sugerowano, że rozkład stopnia podziału krajobrazu ma istotny wpływ na bociana białego (Latus & Kujawa, 2005). W niniejszej pracy nie uzyskano istotnych statystycznie współczynników korelacji liniowej Pearsona z przyjętymi w pracy parametrami populacji bociana białego. Badania związane z długością granic płątów pokrycia terenu dotychczas były jedynie sygnalizowane w kilku pracach (Latus & Kujawa, 2005; Orłowski i in., 2019).

Najwięcej i najistotniejsze korelacje są obserwowane w obszarze do 1 km od gniazda, czyli w jego najbliższym sąsiedztwie. Negatywnie zarówno na zajętość gniazda (nawet  $p < 0,01$ ), jak i lęgi udane (nawet  $p < 0,05$ ) wpływa długość granicy lasu iglastego (kod CLC 312), podczas gdy dla długości granicy lasu liściastego (CLC 311) obserwowany jest jedynie trend ( $p < 0,1$ ). Niezależnie od odległości od gniazda, na liczbę lęgów udanych pozytywnie (na poziomie  $p < 0,1$  i  $p < 0,05$ ) wpływa długość granic



zabudowy miejskiej luźnej (kod CLC 112). Może to być spowodowane pewną dostępnością pokarmu, m.in. z odpadów z gospodarstw domowych (Arizaga i in., 2018; Bécares i in., 2019), który tym łatwiej pozyskać, im dłuższa granica obszaru zabudowy. Im bardziej zwarta granica, tj., gdy długość granicy dąży do minoranty równej  $L_i = 2\sqrt{\pi S_i}$  gdzie  $S_i$ , to pole powierzchni płata, tym łatwiej o dostęp do poszczególnych części obszaru gospodarstw domowych, na których można żerować.

W latach 2012-2018 zmiana stopnia podziału krajobrazu nie mogła być parametrem wpływającym na populacje bociana białego, gdyż średnia dla prawie wszystkich gniazd była równa zero. W tych latach dochodziło do zamian typów pokrycia terenu ale nie powierzchni i granic obszarów w obrębie danych typów pokrycia. Oznacza to, że zmiana kodu CLC dotyczyła całego płatu. W związku z tym zmiany jakiegokolwiek parametru populacji bociana w latach 2012-2018 nie mogły być spowodowane zmianami stopnia podziału krajobrazu.

#### **6.1.4 Bocian biały a występowanie różnych typów obszarów wodnych według Copernicus HRL WAW**

Jak już wspomniano w rozdziale 6.1.2 w dotychczasowych badaniach tereny pokryte wodą były istotnym czynnikiem wpływającym na lokalizację gniazd bociana białego. Przede wszystkim gniazda lokalizowane są w dużych dolinach rzecznych (Janiszewski i in. 2014; Nowakowski 2003). Zbudowane w ramach niniejszej pracy modele GLM wskazują na nieznaczny wpływ na obszarze badawczym obszarów wodnych na parametry opisujące populację bociana białego, co odbiega od dotychczasowych badań (Janiszewski i in., 2013; Nowakowski, 2003; Radović & Tepić, 2009). Odległość od cieków i zbiorników wodnych została wykluczona jako istotny parametr uogólnionego modelu liniowego opisujący zajętość gniazda, lęgi udane i liczbę młodych zdolnych do lotu. Jest to wniosek przeciwny do wyników przedstawionych przez Pestkę i in. (Pestka i in., 2023). Również jest to sprzeczne z wnioskami Rodovića i Tepića, że bociany preferują siedliska z niewielkim dystansem do zbiorników i cieków wodnych (Radović & Tepić, 2009). Jedyne wpływy, zarysowany trendem zależności ( $0,05 \leq p < 0,1$ ), jest związany z odległością gniazda do terenów zalewowych i liczbą lęgów nieudanych. Dodatni współczynnik w tym modelu GLM oznacza, że im mniejsza odległość do terenów zalewowych tym wyższa udatność lęgów. Jest to wniosek pozostający w zgodności ze stwierdzeniami powyżej cytowanych prac (Pestka i in., 2023;

Radović & Tepić, 2009), jednakże kluczowy być może fakt, iż niniejsza praca rozgraniczyła wody płynące i stojące, zgodnie z warstwą HRL, na trwałą i występującą okresowo. Oznacza to, iż wnioski z przywołanych prac zostały doprecyzowane, tzn. nie samo występowanie zbiorników wód płynących i stojących, ale wody okresowo zalewowe wpływają na populację bociana białego.

Na obszarze badawczym największy wpływ na bociana białego wykazują tereny podmokłe i okresowo podmokłe, jednakże każdy z nich oddziałuje w przeciwny sposób. Tereny podmokłe i okresowo podmokłe modelują trzy parametry opisujące populację bociana: zajętość gniazda, lęgi udane i liczbę młodych zdolnych do lotu. Za każdym razem, gdy w modelu GLM występował parametr odległości do terenów podmokłych, miał on dodatni współczynnik co oznacza, że im dalej do terenów stale podmokłych, tym lepiej dla populacji bociana. Wynik ten jest odwrotny niż u Janiszewskiego i in. oraz Nowakowskiego (Janiszewski, Minias, Wojciechowski, i in., 2014; Nowakowski, 2003). Z kolei dla odległości do terenów okresowo podmokłych współczynnik w modelu miał przeciwny znak, tj. zwiększająca się odległość od terenów okresowo podmokłych negatywnie wpływa na populację bociana. Zajętość gniazda była jedynym parametrem opisującym populację bociana warunkowanym zarówno przez tereny podmokłe jak i okresowo podmokłe (oba z  $p < 0,05$ ). Liczba lęgów udanych wzrastała wraz z dystansem do terenów podmokłych a liczba młodych zdolnych do lotu była zmniejszana przez rosnącą odległość do terenów okresowo podmokłych.

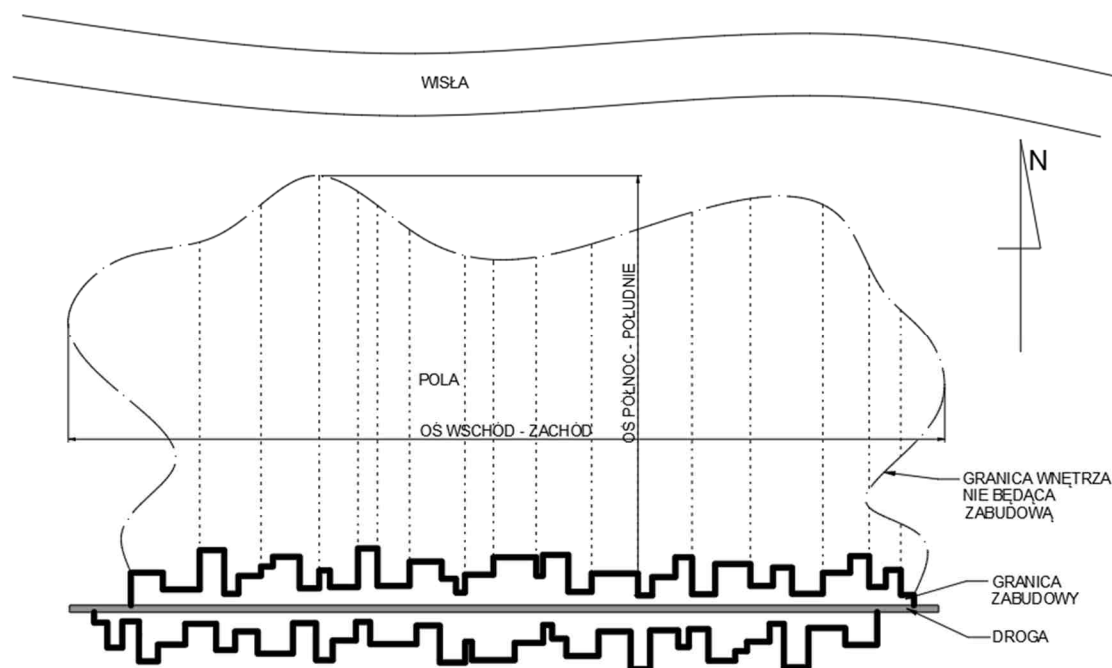
## **6.2 Bocian biały a parametry krajobrazowe**

### **6.2.1 Bocian biały, a parametry geometryczne wnętrza.**

Dotychczas badacze nie łączyli fizjonomii krajobrazu z biologią gatunku, z tego powodu literatura przedmiotu jest ograniczona, jednakże prezentowane badania wykazały, że cechy kompozycji wnętrza, w których bocian biały zakłada gniazda, mają wpływ na parametry opisujące jego populację. Potwierdza to badania, których wyniki zostały zaprezentowane na Konferencji „KRAJOBRAZY MIEJSKIE – PRZESTRZENIE METROPOLITALNE” w 2019 r. w Sosnowcu oraz wyniki pracy Dąbrowskiej (Dąbrowska, 2019). Dąbrowska wykazała, że cechy geometryczne wnętrza, gdzie istniało gniazdo, skorelowane były z liczbą bocianów występujących w danym gnieździe w 2018 r. Dodatnią korelację o istotności  $p < 0,01$  wykazała powierzchnia zajmowanego wnętrza z liczbą bocianów w roku 2018 w danym wnętrzu. Jednakże

przeprowadzone w niniejszej pracy badania pokazały, na podstawie wartości parametrów populacji bociana białego z dłuższego okresu badawczego, tj. 2006-2018, że powierzchnia wnętrza jest negatywnie skorelowana z zajętością gniazda oraz powodzeniem lęgów. Może oznaczać to, że bocian biały do gniazdowania wybiera wnętrza architektoniczno - krajobrazowe o niewielkich rozmiarach. Wnętrza krajobrazowe o dużej powierzchni, jednolitej podłodze i jednorodnym pokryciu, są w krajobrazie rolniczym często związane z rolnictwem intensywnym. Takie obszary charakteryzują się uboższą bazą pokarmową, wysoką mechanizacją i agresywnymi środkami ochrony roślin, a często także monokulturami upraw, w tym np. wielkopowierzchniową uprawą kukurydzy, w której żerowanie bociana białego jest bardzo utrudnione. Pozostałe parametry, takie jak szerokość i głębokość wnętrza, w badaniach Dąbrowskiej (Dąbrowska, 2019) nie wykazały korelacji istotnych statystycznie. Natomiast wyniki korelacji pomiędzy parametrami opisującymi populację bociana białego z dwunastoletniego okresu obserwacji, a wymiarami wnętrza mierzonymi w długościach ich osi, wykazały istotne statystycznie powiązania zwłaszcza na osi wschód – zachód (por. rozdział 5.2.2). Ponad 2/3 wnętrza miało dłuższą oś wzdłuż kierunku wschód - zachód niż w kierunku północ - południe. Może to wynikać z faktu, że na tym obszarze dominowały wsie ulicowe o łanowym układzie pól (Szymańska, 2013), zorientowane wzdłuż doliny Wisły. W takich wsiach domy stawiane były obok siebie wzdłuż ulicy a długie, wąskie pola, ustawione prostopadle do drogi, znajdowały się za domostwami, co przedstawia Rys. 91. Jednakże wiele pól, położonych obok siebie tworzy podłogę wnętrza krajobrazowego, które jest szersze niż dłuższe. Na obszarze badawczym większość wsi ulokowana była równolegle do koryta Wisły, stąd większość wnętrza ma dłuższą oś w kierunku wschód – zachód. Wnętrza, dla których dłuższą była oś w kierunku północ – południe to najczęściej pozostałość po układzie łanowym, gdzie sąsiednie pola zarosły drzewami, dlatego wnętrza te utraciły pierwotne proporcje wielkości, wskutek czego pozostają długie i wąskie. Łącząc informacje dotyczące lokalizacji wsi oraz uchwycone zależności parametrów krajobrazu tj. powierzchnią wnętrza i długością w osi wschód – zachód, jest to silny sygnał jakoby na zajętość gniazda i powodzenie lęgów negatywnie wpływają wsie ulicówki o łanowym układzie pól. Wsie ulicowe w obszarze badawczym mają główną drogę wiejską równoległą do Wisły, czyli właśnie w kierunku wschód – zachód. Zazwyczaj taka wieś zajmuje całą długość osi wschód – zachód wnętrza krajobrazowego, a linia zabudowy stanowi istotny procent w granicy takiego wnętrza. Zaobserwowano negatywną korelację parametrów

opisujących populację bociana białego z długością ściany wnętrza krajobrazowego z czego można pośrednio wywnioskować, że im dłuższa jest ściana wnętrza składająca się z zabudowań tym niższa szansa na zajęcie gniazda oraz powodzenie lęgów. Dowodzi to, w połączeniu z dyskusją z rozdziału 6.1.2.2, że sukces lęgowy bociana białego jest obserwowany w krajobrazach typu *wiejskiego* podtypu z *przewagą wstęgowo ułożonych zespołów niewielkich pól ornych, łąk i pastwisk* (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019).



Rys. 91 Uproszczony schemat wnętrza krajobrazowego przy wsi ulicówce o łańcuchowym układzie pól (opracowanie własne)

## 6.2.2 Bocian biały a pozostałe parametry wnętrza

Analizy powiązań wykonane dla 25 wnętrza krajobrazowych wyznaczonych dla 20 gniazd bociana białego zlokalizowanych na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego oraz jego otuliny z parametrami opisującymi populację bociana białego nie wykazały żadnych istotnych statystycznie związków w teście parametrycznym ANOVA, jedynie trendy. Jednak w nieparametrycznym teście zgodności  $\chi^2$  wskazane zostały trendy oraz dwa istotne statystycznie związki.

Określono tylko trzy typy krajobrazu według klasyfikacji przedstawionej przez Chmielewskiego (Chmielewski, 2013), i tak jak można się było spodziewać większość gniazd ulokowana była w krajobrazie przyrodniczo-kulturowym dysharmonijnym, gdzie we wnętrzu krajobrazowym znajdowało się zarówno miejsce do gniazdowania (Gyalus i

in., 2018; Janiszewski, Minias, Wojciechowski, i in., 2014; Kuźniak & Tobółka, 2010) jak i żerowania (Johst i in., 2001; Zurell i in., 2015). Wykonana została również waloryzacja wnętrz poprzez przyporządkowanie do jednego z modeli według metody JARK-WAK (Bogdanowski, 2000). Na terenie opracowania znalazły się tylko cztery z sześciu modeli. Najliczniej, bo aż jedenaście wnętrz przypisano do modelu wnętrza historycznego nawarstwionego z czytelnym układem kompozycji i zaniedbaną lub zdegradowaną zabudową historyczną ((III) – zgodnie z Tab. 3). Pozostałe wnętrza zostały równomiernie przyporządkowane do pozostałych trzech modeli tzn.: cztery wnętrza do modelu historycznego jednorodnego lub nawarstwionego z czytelnym układem kompozycji i różnym stanem zachowania zabudowy tradycyjnej (II), cztery wnętrza do modelu dominującego współczesnego stosunkowo harmonizującego z dawnym (V) oraz sześć do modelu z dominującym krajobrazem współczesnym sprzecznym z dawnym (VI). Ponieważ piętnaście wnętrz przyporządkowanych do modeli II i III należy do grupy krajobrazu zabytkowego harmonijnego, cztery do mieszanego, ale względnie harmonijnego, a sześć do dysharmonijnego może to sugerować, że bocian biały woli gniazdować w krajobrazie zabytkowym harmonijnym. Jednakże to powiązanie nie wyszło istotne statystycznie poza trendem zależności w teście zgodności  $\chi^2$ , z liczbą młodych zdolnych do lotu. Granice wnętrz krajobrazowych wyznaczają ściany, często są to te same granice co w przypadku granic każdej klasy pokrycia terenu według III rzędu CLC (por. rozdz. 4.3.1.2 i 5.1.4). Najwięcej wnętrz krajobrazowych było określonych przez ściany konkretne, jednoznacznie zarysowane. Jedynie dwa z wyznaczonych wnętrz były odbierane subiektywnie, a transparentność ich ścian wynosiła ponad 60%. W teście zgodności  $\chi^2$  widoczny jest trend pomiędzy łęgami nieudanymi a transparentnością ścian wyznaczających wnętrza. Również porównanie rodzaju ścian z łęgami nieudanymi było istotne statystycznie. Dla szesnastu z 25 wnętrz krajobrazowych dominującymi ścianami były zadrzewienia i porównanie testem ANOVA z liczbą młodych zdolnych do lotu jest trendem, może to wskazywać, że dla bociana białego ważne są miejsca styku zadrzewień z przestrzeniami otwartymi jak sugerują niektórzy autorzy (Latus & Kujawa, 2005; Orłowski i in., 2019). Przy szczegółowym podziale na rodzaj podłogi nie wyszły żadne istotne statystycznie powiązania. Po pogrupowaniu rodzajów podłóg wnętrz (podłogi zaliczane do terenów rolnych oraz antropogenicznych) wyszły dwa trendy w teście ANOVA z liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu oraz ilością łęgów nieudanych. Na tej podstawie można stwierdzić, że dla bociana białego istotny wydaje się być układ



podłogi, tzn. płaska, ale zbudowana z różnych części, które tworzyły różne rodzaje pokrycia. Do podobnych przemyśleń można również dojść analizując prace innych badaczy (Carrascal i in., 1993; Johst i in., 2001; Zurell i in., 2015). W piętnastu z dwudziestu pięciu wyznaczonych wewnątrz występowała dominanta krajobrazowa, najczęściej było to gniazdo bocianie umieszczone na słupie. Spowodowane jest to dużymi rozmiarami gniazda umieszczonymi na znacznej wysokości w porównaniu do innych elementów znajdujących się w otoczeniu (Gyalus i in., 2018; Janiszewski, Minias, Wojciechowski, i in., 2014; Kuźniak & Tobółka, 2010). Samo występowanie dominaty w porównaniu do parametrów bocianich dało jedynie trend z łęgami udanymi w teście ANOVA. Natomiast w teście zgodności  $\chi^2$  to samo porównanie jest istotne statystycznie.

### **6.3 Koncepcja zestawienia wyników analiz oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowymi na parametry bocianie**

Analizy oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowych na parametry opisujące populację bociana białego wykazały pewne podobieństwa, które zostały zestawione w Tab. 30 i oznaczone ramkami.

W analizach środowiskowych, gdy na obszarze badawczym znajdowały się tereny rolne, działały one pozytywnie na populację bociana białego. Z kolei w analizach krajobrazowych wykazano, że rodzaj podłogi we wnętrzu nie jest obojętny dla bociana białego, a w ponad 2/3 wewnątrz przeważające w podłodze były tereny rolne o zróżnicowanej strukturze pokrycia. Te dwie analizy zdają się wzajemnie uzupełniać i opisywać to samo zjawisko z dwóch perspektyw.

Zdecydowanie negatywnie na parametry opisujące populację bociana białego wpływają lasy. W analizach środowiskowych wykazały to zarówno badania dotyczące pokrycia terenu wokół gniazd, jak również badania dotyczące długości granic poszczególnych płatów pokrycia terenu. Analogiczne wyniki uzyskano w analizach parametrów krajobrazowych, gdzie negatywny wpływ na parametry bocianie miał rodzaj dominującej ściany we wnętrzu, ponieważ w większości przypadków przeważającym tworzywem ścian były zadrzewienia. Nie obojętny jest także rodzaj wnętrza zależny od rodzaju ścian. Większość wewnątrz krajobrazowych była konkretna, tj. ich ściany miały do 30 % transparentności a dominującym tworzywem tych ścian były zwarte zadrzewienia.

Zestawienie dwóch różnych podejść tj. oceny wpływu oddziaływania parametrów środowiskowych a także oceny wpływu parametrów krajobrazowych na parametry opisujące populację bociana białego wykazało, że istnieją znaczące podobieństwa w ich wpływie.

Tab. 30 Zestawienie oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowych na populację bociana białego wraz ze wskazaniem podobieństw za pomocą ramek.

Oddziaływanie na populację bociana białego	Parametry środowiskowe	Parametry krajobrazowe
<b>Pozytywne oddziaływanie</b>	<p>Pokrycie terenu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• duży udział terenów rolnych.</li> </ul> <hr/> <p>Długość granic:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wysoka wartość długości granicy zabudowy miejskiej luźnej.</li> </ul> <p>Woda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bliskość terenów okresowo podmokłych.</li> </ul>	<p>Przeważające tworzywo podłogi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• płaskie tereny, których tworzywem są pola, łąki i pastwiska.</li> </ul> <p>Model wnętrza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tradycyjny, harmonijny krajobraz rolniczy</li> </ul>
<b>Negatywne oddziaływanie</b>	<p>Pokrycie terenu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• duży udział terenów antropogenicznych,</li> <li>• duży udział lasów i ekosystemów seminaturalnych.</li> </ul> <p>Długość granic:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wysoka wartość długości granicy lasów iglastych,</li> <li>• wysoka wartość długości granicy lasów i roślinności krzewiastej w stanie zmian.</li> </ul> <p>Woda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bliskość terenów podmokłych,</li> <li>• bliskość terenów zalewowych.</li> </ul>	<p>Parametry geometryczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• duża powierzchnia wnętrza,</li> <li>• duża długość osi wschód – zachód.</li> </ul> <p>Przeważające tworzywo ścian:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• drzewa iglaste, liściaste, mieszane.</li> </ul> <p>Rodzaj wnętrza ze względu na rodzaj ścian:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konkretne i obiektywne.</li> </ul>

Podobieństw oznaczonych ramkami w Tab. 30 jest mniej niż badanych parametrów. Jest to przede wszystkim spowodowane dokładnością przestrzenną prowadzonych analiz. Analizy środowiskowe opierały się na bacie CLC, która jest przygotowana w siatce 100 x 100 m, tj. jeden piksel ma powierzchnię 1 ha (GIOŚ, 2016).

Z kolei powierzchnia medialna wnętrza krajobrazowego, na podstawie danych z rozdziału 5.2.1 wynosi 1,7425 ha, 37,5 % wnętrza ma powierzchnię mniejszą niż 1 ha, a tylko 16,7 % ma powierzchnię większą niż 10 ha. W związku z dynamicznym rozwojem technik obrazowania satelitarnego możliwe będzie w niedługiej przyszłości uzyskanie dokładniejszych wyników przy wykorzystaniu metodyki opisanej w niniejszej pracy. Jednym z nowych produktów dotyczących użytkowania terenu jest mapa pokrycia terenu POLSA, która obecnie jest dostępna dla lat 2019, 2020, 2021 (POLSA, 2022). Użycie tych map pozwoliłoby na analizy w 10-krotnie wyższej rozdzielczości przestrzennej niż CLC, gdyż jeden piksel ma 10 x 10 m (najmniejsze wyznaczone wnętrza krajobrazowe miałyby ponad 5 pikseli). Niestety nie wszystkie wnioski dotyczące pokrycia terenu uzyskane na podstawie bazy CLC będą mogły być skonfrontowane, ponieważ mapa POLSA ma mniejszą liczbę klas. Pozwoli to w przyszłości na podobne analizy na tematycznym poziomie szczegółowości pomiędzy I a II rzędem CLC.

#### **6.4 Bocian biały a audyt krajobrazowy**

Rezultaty badań zaprezentowanych w rozdziale 5 a w szczególności w rozdziale 5.2 wskazują, że bocian biały jest charakterystyczny dla zdefiniowanego w audycie krajobrazowym tradycyjnego wiejskiego krajobrazu przyrodniczo – kulturowego (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019):

- z przewagą wstęgowo ułożonych niewielkich pól ornych łąk i pastwisk;
- z przewagą mozaikowato rozmieszczonych użytków rolnych tworzących małe pola.

Ze względu na zanikanie w Unii Europejskiej krajobrazów rolniczych o uprawach ekstensywnych (Bobrek & Pępkowska-Król, 2020), ten typ krajobrazu może zostać uznany za krajobraz wart ochrony. Zgodnie z polską terminologią prawną takie krajobrazy nazywa się priorytetowymi, czyli „szczególnie cennymi dla społeczeństwa ze względu na swoje wartości przyrodnicze, kulturowe, historyczne lub estetyczno-widokowe i jako takie wymagające zachowania” (Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, 2015). Przy zagrożeniach dziedzictwa kulturowego obszarów rolnych zmniejszanie się populacji bociana białego może wskazywać na:

- zanikanie tradycyjnych upraw charakterystycznych dla regionu;

- zanikanie charakterystycznego przestrzennego układu pól i zadrzewień oraz miedz, w postaci szachownicy pól układu łąnowego, niwowego itp., stanowiącego wyróżnik regionu - fizjonomii krajobrazu;
- zmniejszanie się różnorodności biologicznej.

## 7 Podsumowanie

Głównym celem niniejszej pracy było *wskazanie przydatności bociana białego jako wskaźnika jakości i zmian środowiska oraz krajobrazu (kompozycji)*. W miarę formułowania celów szczegółowych A. *określenie czy wzrost rozdrobnienia przestrzennego gruntów i strukturalnego krajobrazu wpływa pozytywnie na występowanie i sukces lęgowy bociana białego*; B. *zbadanie czy występowanie naturalnych lub semi-naturalnych form retencji wody predestynuje obszar do bycia habitatem zajęty przez bociana białego*; C. *ustalenie czy wraz ze wzrostem odległości obszaru objętego analizą od gniazda bociana białego zmniejszają się korelacje pokrycia terenu i parametrów dotyczących bociana białego*; D. *stwierdzenie czy występowanie i sukces lęgowy bociana białego korelują z parametrami opisującymi kompozycje krajobrazu jak, powierzchnia wnętrza krajobrazowego, budowa ścian wnętrza, budowa podłogi*. oraz hipoteza *bocian biały jest wskaźnikiem konkretnego typu krajobrazu rolniczego, powstałego w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych i antropogenicznych, o określonym charakterze i kompozycji*. Przy tym w głównej hipotezie pracy założono, że *bocian biały jest wskaźnikiem konkretnego typu krajobrazu rolniczego, powstałego w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych i antropogenicznych, o określonym charakterze i kompozycji*.

Zastosowanie szerokiego podejścia obejmującego analizy parametrów opisujących populację bociana białego, środowisko oraz krajobraz, jak i zastosowanie metod statystycznych i systemów informacji przestrzennej GIS pozwoliło na osiągnięcie postawionych celów.

W pracy zdefiniowane zostały 4 parametry opisujące populację bociana białego na podstawie danych ornitologicznych, tj. zajętość gniazda, lęgi nieudane, lęgi udane oraz liczba młodych zdolnych do lotu.

Parametry środowiskowe użyte w niniejszych badaniach zostały opracowane na podstawie danych pochodzących z teledetekcji w ramach programu Copernicus Land Monitoring. Dzięki wykorzystaniu tego źródła danych możliwe było pozyskanie danych dotyczących stanu pokrycia terenu obszaru badawczego w latach 2006, 2012 oraz 2018. Dostępność tych danych dla takich okresów zdefiniowała okres badawczy w całej pracy na lata 2006-2018. Na podstawie tych danych wyznaczono w oprogramowaniu GIS parametry rozdrobnienia strukturalnego krajobrazu, jak i długości granic płatów pokrycia terenu. Dodatkowym obszarem analizowanych parametrów środowiskowych była



lokalizacja różnych obszarów wodnych (trwałych i okresowych wód powierzchniowych oraz terenów podmokłych).

Parametry krajobrazowe wykorzystywane w tej pracy bazowały na zmodyfikowanej metodzie JARK-WAK autorstwa Bogdanowskiego. Dla 20 gniazd wyznaczono wnętrza architektoniczno - krajobrazowe, które następnie zostały scharakteryzowane uwzględniając wybrane elementy i cechy kompozycji.

Każdy z parametrów opisujących populację bociana został przebadany pod kątem użyteczności do bycia wskaźnikiem jakości środowiska. Istotnie statystycznie korelacje ze wskaźnikami środowiskowymi były obserwowane w odniesieniu do zajętości gniazd, lęgów udanych oraz liczby młodych zdolnych do lotu, ale tylko w bardzo małej liczbie w odniesieniu do parametru lęgi nieudane. Oznacza to, że lęgi nieudane mogą być warunkowane jeszcze innymi parametrami środowiskowymi niż badane w niniejszej pracy. Realizacja tych analiz wypełniła cel pracy w zakresie środowiskowym tj. *wskazanie przydatności bociana białego jako wskaźnika jakości i zmian środowiska.*

Przeanalizowano pokrycie terenu wg Corine Land Cover 2006, Corine Land Cover 2012 i Corine Land Cover 2018 w buforach wielopięściennych (1-5 km) wokół lokalizacji 122 bocianich gniazd. W każdym z analizowanych okresów dominującym pokryciem terenu (około 1/3 powierzchni) we wszystkich buforach wokół gniazd były grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod CLC 211). Drugim co do istotności typem pokrycia terenów były łąki i pastwiska (kod CLC 231), które w najmniejszym buforze pokrywały około 1/5 powierzchni wokół gniazd, a w większych odległościach ten udział spadał do około 1/10. Trzecim najczęstszym typem pokrycia terenu były lasy (kod CLC 3) które wykazywały odwrotną tendencję niż łąki. Z kolei czwarty typ pokrycia, miał ten sam udział, rzędu 1/20 obszaru, niezależnie od odległości i była to zabudowa miejska luźna (kod CLC 112). Analiza pokrycia terenu wykazała, że dla niektórych jego rodzajów takich, jak grunty orne czy zabudowa miejska luźna, odległość gniazda nie ma znaczenia, podczas gdy występowanie lasu powoduje, że obszar jest, na podstawie empirycznej struktury pokrycia terenu wokół gniazd, mniej korzystny dla bociana białego. Z kolei obszar z dużym udziałem łąk blisko gniazda wydaje się być bardziej korzystny. Na podstawie analizy pokrycia terenu w rejonie Puszczy Kampinoskiej, opartej o dane CORINE Land Cover, najbardziej optymalnym habitatem dla bociana białego był teren:

- mający możliwie mało lasu w odległości do 2 km od gniazda;

- bez zabudowy miejskiej w odległości do 5 km;
- z występującą zabudową wiejską/zagrodową do 2 km od gniazda;
- gdzie w promieniu do 5 km, nie występują sady.

Ponieważ przeprowadzone analizy pomiędzy rozkładem stopnia podziału krajobrazu a parametrami opisującymi populację bociana białego nie wykazały żadnych istotnych statystycznie korelacji, nie pozwoliło to na zrealizowanie celu szczegółowego A polegającego na *określeniu czy wzrost rozdrobnienia przestrzennego gruntów i strukturalnego krajobrazu wpływa pozytywnie na występowanie i sukces lęgowy bociana białego*. Natomiast, wykorzystanie mapy pokrycia terenu i jej późniejsze przetworzenie za pomocą oprogramowania GIS pozwoliło na przeprowadzenie dotąd nie podjętych, lecz jedynie sygnalizowanych w publikacjach, analiz wpływu długości granic płątów pokrycia terenu na parametry populacji bociana białego. Głównym parametrem, który wpływał na zmienne bocianie była długość granic lasów – im dłuższa granica lasu, tym mniejsze prawdopodobieństwo zajęcia gniazda, udanego lęgu, a większe prawdopodobieństwo lęgu nieudanego. Liczba młodych zdolnych do lotu nie korelowała z żadną z długości granic. Jedyne parametry „bociani”, które miały istotne statystycznie korelacje ze zmianą długości granic były to lęgi udane, których wzrost powodowało w szczególności wydłużanie się granicy zabudowy miejskiej luźnej. Brak elementów związanych z ekosystemami wodno-mokradłowymi, został wcześniej zauważony w ramach pracy i spowodował dokładniejszą analizę odległości gniazd od obszarów wodnych, prezentowanych na warstwie High Resolution Layer Water and Wetness podobnie jak CLC opracowanej w ramach Copernicus Land Monitoring Service. Analiza odległości do obszarów wodnych od każdego z gniazd nie była ograniczona do 5 km od gniazda, jednakże zawsze taki obszar pojawiał się w mniejszej odległości. Pod względem warunków wodnych habitat powinien znajdować się (w kolejności od najważniejszego do najmniej ważnego czynnika);

- I. blisko terenów okresowo podmokłych,
- II. daleko od terenów podmokłych,
- III. blisko terenów zalewowych.

W kontekście zajęcia gniazda czterokrotnie ważniejsza jest bliskość terenów okresowo podmokłych niż dalekość terenów podmokłych. Powyższe analizy pozwoliły na zrealizowanie dwóch celów szczegółowych niniejszej pracy (B i C), dokładniej

zbadano, że występowanie *naturalnych lub semi-naturalnych form retencji wody predestynuje obszar do bycia habitatem zajęтым przez bociana białego*; oraz ustalono jak wraz ze wzrostem odległości obszaru objętego analizą od gniazda bociana białego zmniejszają się korelacje pokrycia terenu i parametrów dotyczących bociana białego.

Podobnie, jak w przypadku wpływu zmiennych środowiskowych, przeprowadzono analizy dotyczące korelacji mierzalnych parametrów krajobrazowych z parametrami bocianimi. Bardzo istotne korelacje ( $p < 0,01$ ) uzyskano pomiędzy zajętością gniazda a powierzchnią wnętrza i długością osi wschód-zachód. Obie te korelacje miały ujemny znak co wskazuje na wyższe prawdopodobieństwo zajęcia gniazda w małym powierzchniowo, wąskim równoleżnikowo wnętrzu krajobrazowym, ponieważ na terenie opracowania dominowały wsie ulicówki o łanowym układzie pól których główna droga była usytuowana równolegle do koryta Wisły. Kolejna istotna korelacja ( $p < 0,05$ ), która również była ujemna, została zaobserwowana pomiędzy parametrem łęgi udane a długość osi wschód-zachód. Oznacza to, że łęgi mają większe powodzenie w wąskich równoleżnikowo wnętrzach krajobrazowych, podobnie jak w przypadku zajętości gniazda.

Zmienne krajobrazowe, które charakteryzowały wnętrza, zostały przeanalizowane pod względem tego czy mają wpływ na parametry populacji bociana za pomocą zarówno testu ANOVA jak i  $\chi^2$ . Wartości uzyskanych statystyk w tych testach nie pozwoliły na odrzucenie hipotezy o braku wpływu typu krajobrazu i przeważającego tworzywa podłogi na parametry populacji bociana białego. Analogicznie, żaden parametr krajobrazowy nie wpływał na zajętość gniazda przez bociana. Liczba łęgów udanych była statystycznie istotnie różna w zależności od występowania dominanty krajobrazowej. Pozostałe zaobserwowane oddziaływania dotyczą wpływu modelu wnętrza i rodzaju tworzywa podłogi na liczbę młodych, rodzaju wnętrza, rodzaju przeważającego tworzywa podłogi i rodzaju dominującego tworzywa ściany na liczbę łęgów nieudanych. Powyższe analizy pozwoliły zrealizować cel szczegółowy D polegający na *stwierdzeniu czy występowanie i sukces łęgowy bociana białego korelują z parametrami opisującymi kompozycję krajobrazu jak, powierzchnia wnętrza krajobrazowego, budowa ścian wnętrza, budowa podłogi*. Pozwoliło to dopełnić realizację celu pracy w zakresie krajobrazowym tj. *wskazanie przydatności bociana białego jako wskaźnika jakości krajobrazu (kompozycji)*.

Dzięki połączeniu w pracy podejścia środowiskowego i krajobrazowego udało się dostrzec podobieństwa wpływu obu aspektów na parametry bociana białego. Pozytywny

wpływ dużego udziału terenów rolnych (parametr środowiskowy) ma swoje odzwierciedlenie w tym, że przeważającym tworzywem podłogi w badanych wnętrzach krajobrazowych są płaskie tereny składające się z mozaiki pól, łąk i pastwisk (parametr krajobrazowy). Natomiast negatywne oddziaływanie w obu aspektach na parametry bocianie wykazały lasy, poprzez wysokie wartości długości granic (parametr środowiskowy) oraz wnętrza krajobrazowe konkretne określane przez rodzaj ścian, których główne tworzywo stanowiły drzewa (parametry krajobrazowe).

Zestawienie wyników analiz oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowych na parametry opisujące populację bociana białego pozwoliło zrealizować wszystkie założenia i osiągnąć cel pracy a także zweryfikować główną hipotezę pracy poprzez stwierdzenie, że bocian biały jest wskaźnikiem konkretnego typu krajobrazu rolniczego, powstałego w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych i antropogenicznych, o określonym charakterze i kompozycji, czyli zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów w sprawie sporządzania audytu krajobrazowego (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, 2019) krajobrazu grupy *B. Krajobrazy przyrodniczo-kulturowe ukształtowane w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych oraz świadomych modyfikacji pokrycia terenu i struktury przestrzennej przez człowieka typu 6. Wiejskiego, podtypu 6b. Z przewagą wstęgowo ułożonych zespołów niewielkich pól ornych, łąk i pastwisk.*

## 8 Wnioski

Przeprowadzone analizy doprowadziły do następujących wniosków szczegółowych:

1. bocian biały jest wskaźnikiem jakości i zmian środowiska oraz krajobrazu (zrealizowano cel pracy);
2. nie udało się określić czy wzrost rozdrobnienia przestrzennego wpływa na występowanie i sukces lęgowy bociana białego (cel szczegółowy A);
3. zbadano, że występowanie okresowo podmokłych obszarów i terenów zalewowych predestynuje obszar do bycia habitatem zajęty przez bociana białego a obszary trwale podmokłe nie są wybierane przez bociana białego (cel szczegółowy B);
4. ustalono, że dla prawie wszystkich parametrów pokrycia terenu, wraz ze wzrostem odległości obszaru objętego analizą od gniazda bociana białego zmniejszają się korelacje z parametrami dotyczącymi bociana białego (cel szczegółowy C);
5. stwierdzono, że występowanie bociana białego nie jest związane z parametrami krajobrazowymi za to sukces lęgowy jest zależny od parametrów opisujących kompozycję krajobrazu, takich jak powierzchnia wnętrza krajobrazowego, budowa ścian wnętrz, rodzaju dominującej podłogi (cel szczegółowy D),
6. do oceny jakości i przemian zachodzących wewnątrz ekosystemu, które nie są widoczne na pierwszy rzut oka a spowodowane zostały zmianami w użytkowaniu terenu, można wykorzystać jako wskaźnik bociana białego;
7. bocian biały wycofuje się z terenów o intensywnym, wielkoobszarowym rolnictwie pozbawionym przestrzeni nieprodukcyjnych jakimi są miedze, czy zadrzewienia śródpolne, ponieważ do gniazdowania wybiera wnętrza architektoniczno - krajobrazowe o niewielkich rozmiarach;
8. zalesiane i zarastające nieużytki zmniejszają dostępność terenów będących optymalnym habitatem bociana białego;
9. regulacje cieków wodnych prowadząca do zaniku terenów okresowo zalewowych i okresowo podmokłych wpływają negatywnie na populacje bociana białego.

Wnioski aplikacyjne:

1. bocian biały jako wskaźnik może być wykorzystywany w audycie krajobrazowym nie tylko do charakterystyki zidentyfikowanych krajobrazów, ale także do



identyfikowania konkretnego typu krajobrazu, który może być uznany za krajobraz priorytetowy.

2. wypracowana metodyka może być zastosowana do dalszych badań nad populacją bociana białego, gdy będzie możliwe wykorzystanie precyzyjnych parametrów środowiskowych, uzyskanych w przyszłości wraz z rozwojem map pokrycia terenu.

## Bibliografia

- Alexander, D. E. (1999). Ecological stress. W *Environmental Geology* (s. 159–160). Kluwer Academic Publishers. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4494-1\\_94](https://doi.org/10.1007/1-4020-4494-1_94)
- Anderson, T. W., & Darling, D. A. (1952). Asymptotic Theory of Certain „Goodness of Fit” Criteria Based on Stochastic Processes. *The Annals of Mathematical Statistics*, 23(2), 193–212. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177729437>
- Andrzejewski, R. (2003). Przyroda Kampinoskiego Parku Narodowego. *Izabelin: Kampinoski Park Narodowy*.
- Arizaga, J., Resano-Mayor, J., Villanúa, D., Alonso, D., Barbarin, J. M., Herrero, A., Lekuona, J. M., & Rodríguez, R. (2018). Importance of artificial stopover sites through avian migration flyways: A landfill-based assessment with the White Stork *Ciconia ciconia*. *Ibis*, 160(3), 542–553.
- Balon, J., & Kraż, P. (2013). Ocena jakości krajobrazu–dobór prawidłowych jednostek krajobrazowych. *Identyfikacja i waloryzacja krajobrazów–wdrażanie Europejskiej Konwencji Krajobrazowej, GDOŚ, Warszawa*.
- Bécares, J., Blas, J., López-López, P., Schulz, H., Torres, F., Höfle, U., Flack, A., Enggist, P., Onrubia, A., Torralvo, C., & others. (2019). *Migración y ecología espacial de la cigüeña blanca en España*.
- Białas, J. T., Dylewski, Ł., & Tobółka, M. (2020). Determination of nest occupation and breeding effect of the white stork by human-mediated landscape in Western Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 4148–4158.
- Białowicz, J., & Białowicz, J. (2022, listopad 14). *Uncertainties in land cover. The mutual validation of remote sensing land cover and topographic map*. 3rd International seminar and workshop on geoinformatics, remote sensing and engineering in spatial planning and environmental science. Environment in times of hazard, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego.
- Białowicz, J. S. (2022). Waste fires in Poland and some of their environmental implications: A ten-year perspective. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 147–157.
- BirdLife International. (2015). *European red list of birds*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/975810>
- Bjedov, D., Velki, M., Kovačić, L. S., Begović, L., Lešić, I., Jurinović, L., Mikuska, T., Sudarić Bogojević, M., Ečimović, S., & Mikuška, A. (2023). White Stork (*Ciconia ciconia*) Nestlings Affected by Agricultural Practices? Assessment of Integrated Biomarker Responses. *Agriculture*, 13(5), 1045. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051045>
- Bjerregaard, P., Andersen, C. B. I., & Andersen, O. (2022). Ecotoxicology of metals—Sources, transport, and effects on the ecosystem. W *Handbook on the Toxicology of Metals* (s. 593–627). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823292-7.00016-4>
- Bobrek, R., & Pępkowska-Król, A. (2020). *Różnorodność biologiczna krajobrazu rolniczego i jej kryzys w Europie*. <https://naukadlaprzyrody.pl/2020/10/02/roznorodnosc-biologiczna-krajobrazu-rolniczego-i-jej-kryzys-w-europie/>
- Boere, G. C. (2010). The history of the Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds. *Bonn: AEWA*.
- Bogdanowski, J. (2000). *Metoda jednostek i wnętrza (JARK-WAK) architektoniczno krajobrazowych w studiach i projektowaniu*.

- Bomanowska, A., & Michalska-Hejduk, D. (2009). *Cenne gatunki związane z tradycyjnym rolnictwem w Kampinoskim Parku Narodowym i możliwości ich czynnej ochrony*. (s. 225–236).
- Borges, F. J. A., Ribeiro, B. R., Lopes, L. E., & Loyola, R. (2019). Bird vulnerability to climate and land use changes in the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation*, 236, 347–355. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.055>
- Butler, S. J., Boccaccio, L., Gregory, R. D., Vorisek, P., & Norris, K. (2010). Quantifying the impact of land-use change to European farmland bird populations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(3–4), 348–357. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.03.005>
- Carrascal, L. M., Bautista, L. M., & Lázaro, E. (1993). Geographical variation in the density of the white stork *Ciconia ciconia* in Spain: Influence of habitat structure and climate. *Biological conservation*, 65(1), 83–87.
- Cenian, Z., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., & Sikora, A. (2015). *Monitoring ptaków lęgowych: Poradnik metodyczny: praca zbiorowa* (Wyd. 2. uzup). Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.
- Chiatante, G., Porro, Z., Musacchio, A., Bazzocchi, A., & Meriggi, A. (2019). Multi-scale habitat requirements of forest bird species in a highly fragmented landscape. *Journal of Ornithology*, 160(3), 773–788. <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01664-9>
- Chmielewski, T. (2013). Wskaźniki i standardy jakości krajobrazu. *Identyfikacja i waloryzacja krajobrazów–Wdrażanie Europejskiej Konwencji Krajobrazowej*. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Clements, W. H. (2020). Community responses of stream organisms to heavy metals: A review of observational and experimental approaches. *Metal ecotoxicology*, 363–391.
- Company, I.-H. S. C. (2017). *My.stepwise: Stepwise Variable Selection Procedures for Regression Analysis*. <https://CRAN.R-project.org/package=My.stepwise>
- Copernicus Programme. (2023, luty 22). *CORINE Land Cover—Copernicus Land Monitoring Service*. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- Czujkowska, A., & Wierzbicka, A. (Red.). (2012). *Poradnik ochrony bociana białego*. Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”.
- Dalkvist, T., Sibly, R. M., & Topping, C. J. (2011). How Predation and Landscape Fragmentation Affect Vole Population Dynamics. *PLoS ONE*, 6(7), e22834. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022834>
- Dąbrowska, M. (2019). *Wpływ zmian w kompozycji krajobrazu na liczebność i rozmieszczenie bociana białego* [Praca magisterska]. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- Dolata, P. (2009). 'Blisko bocianów'-projekt edukacyjno-badawczy bociana białego *Ciconia ciconia*. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 11(1 [20]), 128–141.
- Dolata, P. T. (2006). The White Stork *Ciconia ciconia* protection in Poland by tradition, customs, law, and active efforts. *The White Stork in Poland: Studies in Biology, Ecology and Conservation*. Poznań, Poland: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 477–492.
- Dziewiaty, K., & Schulz, H. (1998). *Störche in der Elbtalaue*. K & W, Dr.- und Verl.-Haus.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 lipca 1975 r. Zmieniające rozporządzenie w sprawie utworzenia Kampinoskiego Parku Narodowego., Dz.U. 1975 nr 28 poz.

- 144 (1975).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19750280144>
- Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, przyjęta w Paryżu dnia 16 listopada 1972 r. Przez Konferencję Generalną Organizacji Narodów Zjednoczonych dla Wychowania, Nauki i Kultury na jej siedemnastej sesji., Dz.U. 1976 r. nr 32 (1976).  
<https://www.dziennikustaw.gov.pl/DU/1976/s/32/190>
- Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego, sporządzona w Ramsarze dnia 2 lutego 1971 r., Dz.U. 1978 nr 7 poz. 24 (1978).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu19780070024>
- DYREKTYWA RADY 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. W sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory., Dz. U. L 206 z 22.7.1992 (1992).  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=nl>
- Konwencja o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzona w Bernie dnia 19 września 1979 r., Dz.U. 1996 nr 58 poz. 263 (1996).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19960580263/O/D19960263.pdf>
- Oświadczenie rządowe z dnia 31 stycznia 1996 r. W sprawie ratyfikacji przez Rzeczpospolitą Polską Konwencji o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzonej w Bernie dnia 19 stycznia 1979 r., Dz.U. 1996 nr 58 poz. 264 (1996).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19960580264/O/D19960264.pdf>
- Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r., Dz.U. 2002 nr 184 poz. 1532 (2002).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20021841532>
- Konwencja o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt, sporządzona w Bonn dnia 23 czerwca 1979 r., Dz.U. 2003 nr 2 poz. 17 (2003).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20030020017/O/D20030017.pdf>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2004 r. W sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, Dz.U.2004 poz 2313 (2004).  
<https://dziennikustaw.gov.pl/DU/rok/2004/wydanie/229/pozycja/2313>
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. O ochronie przyrody, Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880 (2004).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20040920880/U/D20040880Lj.pdf>
- EUROPEJSKA KONWENCJA KRAJOBRAZOWA, Dz.U.2006.14.98 (2006).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20060140098/O/D20060098.pdf>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 października 2011 r. W sprawie ochrony gatunkowej zwierząt, Dz.U. 2011 nr 237 poz. 1419 (2011).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20112371419/O/D20111419.pdf>
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. W sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych, Dz.U. 2012 poz. 1247 (2012).  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20120001247>

- Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. O zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, Dz.U. 2015 poz. 774 (2015). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20150000774>
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. W sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, Dz.U. 2019 poz. 394 (2019). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190000394>
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 października 2021 r. W sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy—Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz.U. 2021 poz. 1990 (2021). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20210001990>
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. W sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412 (2021). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20210001412>
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 października 2022 r. Zmieniające rozporządzenie w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych, Dz.U. 2022 poz. 2308 (2022). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20220002308/O/D20222308.pdf>
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2023 r. W sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. 2023 poz. 977 (2023). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20230000977>
- Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. Ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE), OJ L 108 (2007). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32007L0002>
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. W sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Wersja ujednolicona), OJ L 20 (2009). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A32009L0147>
- Faria, D., Morante-Filho, J. C., Baumgarten, J., Bovendorp, R. S., Cazetta, E., Gaiotto, F. A., Mariano-Neto, E., Mielke, M. S., Pessoa, M. S., Rocha-Santos, L., Santos, A. S., Soares, L. A. S. S., Talora, D. C., Vieira, E. M., & Benchimol, M. (2023). The breakdown of ecosystem functionality driven by deforestation in a global biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 283, 110126. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110126>
- Fasolă-Mătășaru, L., Baltag, E. Ș., Ichim, P., & Cojocaru, D. (2018). Factors influencing the breeding success of white storks *Ciconia ciconia* in Eastern Romania. *Ardeola*, 65(2), 271–282.
- Fisher, R. A. (1925). *Statistical Methods for Research Workers*. Oliver and Boyd. <https://books.google.pl/books?id=3C7QAAAAMAAJ>
- Flack, A., Nagy, M., Fiedler, W., Couzin, I. D., & Wikelski, M. (2018). From local collective behavior to global migratory patterns in white storks. *Science*, 360(6391), 911–914.
- Flenniken, J. M., Stuglik, S., & Iannone, B. V. (2020). Quantum GIS (QGIS): An introduction to a free alternative to more costly GIS platforms: FOR359/FR428, 2/2020. *EDIS*, 2020(2), 7–7.



- Flesch, A. D. (2022). Landcover change and habitat quality mediate impacts of temperature and precipitation on population dynamics of a threatened aridland predator. *Animal Conservation*, acv.12836. <https://doi.org/10.1111/acv.12836>
- Frederick, P., Gawlik, D. E., Ogden, J. C., Cook, M. I., & Lusk, M. (2009). The White Ibis and Wood Stork as indicators for restoration of the everglades ecosystem. *Ecological indicators*, 9(6), S83–S95.
- Freedman, B. (2013). *Environmental ecology: The impacts of pollution and other stresses on ecosystem structure and function*. Elsevier.
- Gałęcka-Drozda, A., Szczepańska, M., Wilkaniec, A., & De Mezer, E. (2018). Aspekty kulturowe, kompozycyjne i percepcyjne w opracowaniach dotyczących identyfikacji charakteru krajobrazu na poziomie lokalnym. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 33, 63–76.
- Gauthier, T. (2001). Detecting Trends Using Spearman's Rank Correlation Coefficient. *Environmental Forensics*, 2(4), 359–362. <https://doi.org/10.1006/enfo.2001.0061>
- GDOŚ. (2023). *Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska*. <https://www.gov.pl/web/gdos>
- GIOŚ. (2016, wrzesień 26). *GIOŚ - Corine*. <https://clc.gios.gov.pl/index.php/o-clc/program-clc>
- GIOŚ. (2022). *Wskaźnik liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego | rok 2022*. Ptaki krajobrazu rolniczego. <https://monitoringptakow.gios.gov.pl/ptaki-krajobrazu-rolniczego.html>
- Gizachew, B., Rizzi, J., Shirima, D. D., & Zahabu, E. (2020). Deforestation and Connectivity among Protected Areas of Tanzania. *Forests*, 11(2), 170. <https://doi.org/10.3390/f11020170>
- Glass, G. V., Peckham, P. D., & Sanders, J. R. (1972). Consequences of Failure to Meet Assumptions Underlying the Fixed Effects Analyses of Variance and Covariance. *Review of Educational Research*, 42(3), 237–288. <https://doi.org/10.3102/00346543042003237>
- Główny Urząd Geodezji i Kartografii. (2022a). *Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)*. <https://www.geoportal.gov.pl/dane/numeryczny-model-pokrycia-terenu>
- Główny Urząd Geodezji i Kartografii. (2022b). *Ortofotomapa (ORTO)*. <https://www.geoportal.gov.pl/dane/ortofotomapa>
- Golawski, A., & Kasprzykowski, Z. (2021). Alternative foraging strategies in the white stork *Ciconia ciconia*: The effect of mowing meadows. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107563. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107563>
- Google. (2023). *Mapy Google*. <http://google.pl/maps>
- Gómez-Catasús, J., Garza, V., Morales, M. B., & Traba, J. (2019). Hierarchical habitat-use by an endangered steppe bird in fragmented landscapes is associated with large connected patches and high food availability. *Scientific Reports*, 9(1), 19010. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55467-2>
- Gromadzki, M. (2004). *Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ptaki: [Praca zbiorowa]. Cz. 1 (T. 7)*. Ministerstwo Środowiska.
- Gyalus, A., Végvári, Z., & Csörgő, T. (2018). Changes in the nest sites of White Stork in Hungary. *Ornis Hungarica*, 26(1), 65–88.
- Hagar, J., & Branch, E. (2020). *Western purple martin (Progne subis arboricola) occurrence on the Siuslaw National Forest, Summer 2019* (Report 2020–1130; Open-File Report). USGS Publications Warehouse. <https://doi.org/10.3133/ofr20201130>
- Hancock, J., Kushlan, J. A., & Kahl, M. P. (2010). *Storks, ibises and spoonbills of the world*. A&C Black.

- Hanski, I. (1994). Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(4), 131–135. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90177-5](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90177-5)
- Harris, C. R., Millman, K. J., Van Der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N. J., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., Van Kerkwijk, M. H., Brett, M., Haldane, A., Del Río, J. F., Wiebe, M., Peterson, P., ... Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357–362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>
- Harwell, M. R., Rubinstein, E. N., Hayes, W. S., & Olds, C. C. (1992). Summarizing Monte Carlo Results in Methodological Research: The One- and Two-Factor Fixed Effects ANOVA Cases. *Journal of Educational Statistics*, 17(4), 315. <https://doi.org/10.2307/1165127>
- Haze, M. (Red.). (2012). *Instrukcja ochrony lasu. T. 1. Cz. 1,3,4*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: na zlec. Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.
- Herrando, S., Anton, M., Sardà-Palomera, F., Bota, G., Gregory, R. D., & Brotons, L. (2014). Indicators of the impact of land use changes using large-scale bird surveys: Land abandonment in a Mediterranean region. *Ecological Indicators*, 45, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.011>
- Herz, L. (2022). *Puszcza Kampinoska: Przewodnik* (Wydanie V aktualizowane). Oficyna Wydawnicza „Rewasz”.
- Heymann, Y. (Red.). (1993). *CORINE land cover: Guide technique*. Office des publ. officiellles des Communautés Européennes.
- Huitu, O., Laaksonen, J., Klemola, T., & Korpimäki, E. (2008). Spatial dynamics of *Microtus vole* populations in continuous and fragmented agricultural landscapes. *Oecologia*, 155(1), 53–61. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0885-x>
- Jaeger, J. A. G. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15(2), 115–130. <https://doi.org/10.1023/A:1008129329289>
- Janiszewski, T., Minias, P., Wojciechowska, A., & Wojciechowski, Z. (2014). Wyniki dwudziestoletniego monitoringu populacji bociana białego *Ciconia ciconia* na Ziemi Łowickiej (1994–2013) –zmiany liczebności, efektów lęgów i sposobu gniazdowania. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 70(4), 312–321.
- Janiszewski, T., Minias, P., & Wojciechowski, Z. (2013). Occupancy reliably reflects territory quality in a long-lived migratory bird, the white stork. *Journal of Zoology*, 291(3), 178–184. <https://doi.org/10.1111/jzo.12059>
- Janiszewski, T., Minias, P., Wojciechowski, Z., & Podlasczuk, P. (2014). Habitat Selection by White Storks Breeding in a Mosaic Agricultural Landscape of Central Poland. *The Wilson Journal of Ornithology*, 126(3), 591–599. <https://doi.org/10.1676/13-219.1>
- Jędrzejewski, W. (2009). Sieć korytarzy ekologicznych łączących obszary chronione w Polsce. W *Ochrona łączności ekologicznej w Polsce* (s. 71–81). Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk.
- Johst, K., Brandl, R., & Pfeifer, R. (2001). Foraging in a patchy and dynamic landscape: Human land use and the white stork. *Ecological Applications*, 11(1), 60–69.
- Kaługa, I., Bochenski, M., & Jerzak, L. (2016). Factors influencing fledgling success of the White Stork *Ciconia ciconia* in Eastern Poland. *The White Stork: studies in biology, ecology and conservation*, 137–161.
- Kampinoski Park Narodowy. (2012). *Kampinoski Park Narodowy*. <https://www.kampinoski-pn.gov.pl/>

- Kang, N., & Liu, C. (2022). Towards landscape visual quality evaluation: Methodologies, technologies, and recommendations. *Ecological Indicators*, 142, 109174.
- Karadede, H., Oymak, S. A., & Ünlü, E. (2004). Heavy metals in mullet, Liza abu, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environment International*, 30(2), 183–188. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00169-7)
- Kazimierski, B., & Pilichowska-Kazimierska, E. (2008). Renaturalizacja stosunków wodnych obszarów chronionych-przykład Puszczy Kampinoskiej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 64(5), 78–86.
- Keith, M. K., Wallick, J. R., Flitcroft, R. L., Kock, T. J., Brown, L. A., Miller, R., Hagar, J. C., Guillozet, K., & Jones, K. L. (2022). *Monitoring framework to evaluate effectiveness of aquatic and floodplain habitat restoration activities for native fish along the Willamette River, northwestern Oregon*. US Geological Survey.
- Kolmogorov, A. N. (1933). Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giorn Dell'inst Ital Degli Att*, 4, 89–91.
- Kondracki, J. (2000). *Geografia regionalna Polski* (Wydanie drugie poprawione). Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kowalczyk, K. A. (2021). Wskaźnikowa ocena wartości estetycznej krajobrazu miejskiego na przykładzie centrum Wieliczki. *Space – Society – Economy*, 32, 7–37. <https://doi.org/10.18778/1733-3180.32.01>
- KPN. (2012). *ActiveKPN – Rentaturyzacja gruntów wykupionych*. [http://archiwum.nfosigw.gov.pl/download/gfx/nfosigw/pl/nfoekspertyzy/1423/80/1/22-active\\_kpn-folder\\_informacyjny.pdf](http://archiwum.nfosigw.gov.pl/download/gfx/nfosigw/pl/nfoekspertyzy/1423/80/1/22-active_kpn-folder_informacyjny.pdf)
- Kronenberg, J., Bocheński, M., Dolata, P., Jerzak, L., Profus, P., Tobółka, M., Tryjanowski, P., Wuczyński, A., & Żońmierowicz, K. (2013). Znaczenie bociana białego *Ciconia ciconia* dla społeczeństwa: Analiza z perspektywy koncepcji usług ekosystemów. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 69(3), 179–203.
- Krysicki, W. (Red.). (1995). *Statystyka matematyczna* (Wyd. 3). Wydaw. Naukowe PWN.
- Kuczyński, L., Antczak, M., Czechowski, P., Grzybek, J., Jerzak, L., Zabłocki, P., & Tryjanowski, P. (2010). A large scale survey of the great grey shrike *Lanius excubitor* in Poland: Breeding densities, habitat use and population trends. *Annales Zoologici Fennici*, 47(1), 67–78.
- Kujawa, M., & Traczewska, T. M. (2012). Ślimaki lądowe jako bioindykatory skażenia środowiska metalami ciężkimi. *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*, 2, 309–315.
- Kuźniak, S., & Tobółka, M. (2010). Spadek liczebności bociana białego *Ciconia ciconia* na Ziemi Leszczyńskiej i program jego ochrony. *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 66(2), 97–106.
- Langanke, T. (2018). *Copernicus Land Monitoring Service – High Resolution Layer Water and Wetness: Product Specifications Document*. Copernicus team at EEA. <https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/hrl-water-wetness-technical-document-prod-2015>
- Latus, C., & Kujawa, K. (2005). The effect of land cover and fragmentation of agricultural landscape on the density of White Stork [*Ciconia ciconia* L.] in Brandenburg, Germany. *Polish Journal of Ecology*, 4(53), 535–543.
- Lemoine, N., Bauer, H.-G., Peintinger, M., & Böhning-Gaese, K. (2007). Effects of Climate and Land-Use Change on Species Abundance in a Central European Bird Community. *Conservation Biology*, 21(2), 495–503. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00633.x>

- Lifshitz, N., & St. Clair, C. C. (2019). Iridescent coloration of Tree Swallows relates to environmental metal pollution. *Avian Conservation and Ecology*, 14(2), art7. <https://doi.org/10.5751/ACE-01411-140207>
- Liwski, S., Maciak, F., & Karpińska, J. (1967). Torfowiska Puszczy Kampinoskiej. *Roczniki Gleboznawcze*, 18(1).
- Lix, L. M., Keselman, J. C., & Keselman, H. J. (1996). Consequences of Assumption Violations Revisited: A Quantitative Review of Alternatives to the One-Way Analysis of Variance „F” Test. *Review of Educational Research*, 66(4), 579. <https://doi.org/10.2307/1170654>
- Malinowski, R., Lewiński, S., Rybicki, M., Gromny, E., Jenerowicz, M., Krupiński, M., Nowakowski, A., Wojtkowski, C., Krupiński, M., Krätzschmar, E., & Schauer, P. (2020). Automated Production of a Land Cover/Use Map of Europe Based on Sentinel-2 Imagery. *Remote Sensing*, 12(21), 3523. <https://doi.org/10.3390/rs12213523>
- MAPSTER. (2023). *MAPSTER Mapy archiwalne Polski i Europy Środkowej*. <http://igrek.amzp.pl/>
- mapywig.org. (2013). *Mapy WIG 1:25 000*. Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919-1939. [http://polski.mapywig.org/viewpage.php?page\\_id=6](http://polski.mapywig.org/viewpage.php?page_id=6)
- Marcin Rechciński, Michał Jakiel, Paweł Kraż, Antoni Matuszko, & Jarosław Balon. (2019). *Raport z inwentaryzacji zasobów środowiskowych gminy Lubień oraz waloryzacji krajobrazu* (Planowanie przestrzenne jako narzędzie ochrony przyrody w Karpatach). [https://karpackaprzestrzen.pl/media/upload/article/0/46/file/a1f11c1f852240df8642a4d8fb0b6466\\_Lubie%C5%84\\_raport.pdf](https://karpackaprzestrzen.pl/media/upload/article/0/46/file/a1f11c1f852240df8642a4d8fb0b6466_Lubie%C5%84_raport.pdf)
- Martín, B., Onrubia, A., & Ferrer, M. (2021). Climate Change and the Spatiotemporal Variation in Survival of a Long-Distance Migrant (White Stork, *Ciconia ciconia*) across Western Europe. *Birds*, 2(4), 362–380. <https://doi.org/10.3390/birds2040027>
- Mascara, R., & Sarà, M. (2010). Colonizzazione di nidi di gazza *Pica pica* costruiti su tralicci di elettrodotti (Piana di Gela–Sicilia). *UDI*, 35, 86–88.
- Micek, M. (2018). Wieś w granicach miasta. Analiza i ocena krajobrazu zachodniej części Inowrocławia na potrzeby planowania przestrzennego. *Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN*, 270, 107–142.
- Michalska-Hejduk, D. (2006). Flora naturalnych i półnaturalnych zbiorowisk nieleśnych Kampinoskiego Parku Narodowego–jej stan, zmiany i ochrona. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*, 25(2), 11–39.
- Morelli, F. (2012). Plasticity of Habitat Selection By Red-Backed Shrikes (*Lanius collurio*) Breeding In Different Landscapes. *The Wilson Journal of Ornithology*, 124(1), 51–56. <https://doi.org/10.1676/11-103.1>
- Myczkowski, Z. (2013). *Kryteria waloryzacji krajobrazów Polski–propozycja systematyki*.
- Myczkowski, Z., Marcinek, R., & Siwek, A. (2009). Możliwości wdrożenia Europejskiej Konwencji Krajobrazowej i problem zachowania dziedzictwa kulturowego poprzez kształtowanie krajowej polityki przestrzennej–rekomendacje do KZPK. *Ekspertyza wykonana dla MRR, Kraków*.
- Myga-Piątek, U. (2007). Kryteria i metody oceny krajobrazu kulturowego w procesie planowania przestrzennego na tle obowiązujących procedur prawnych. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 19.

- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 135(3), 370. <https://doi.org/10.2307/2344614>
- Nowak, P. (2018). Delimitacja jednostek architektoniczno-krajobrazowych kluczem do efektywnego zarządzania krajobrazem miasta. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddział PAN w Krakowie*, 46, 335–342.
- Nowakowski, J. J. (2003). Habitat Structure and Breeding Parameters of the White Stork *Ciconia ciconia* in the Kolno Upland (NE Poland). *Acta Ornithologica*, 38(1), 39–46. <https://doi.org/10.3161/068.038.0109>
- Ociepa-Kubicka, A. (2014). Rola planowania przestrzennego w zarządzaniu ochroną środowiska. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 17.
- OECD. (2015). *OECD Environmental Performance Reviews: Poland 2015*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264227385-en>
- Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (OTOP). (2023). *Partnerstwo z BirdLife International*. <https://otop.org.pl/o-nas/partnarstwo-z-birdlife-international/globalne-partnarstwo/>
- Okruszko, T., Mioduszewski, W., & Kucharski, L. (2011). *Ochrona i renaturyzacja mokradł Kampinoskiego Parku Narodowego*. Wydawnictwo SGGW.
- Olsson, O., & Rogers, D. J. (2009). Predicting the distribution of a suitable habitat for the white stork in Southern Sweden: Identifying priority areas for reintroduction and habitat restoration. *Animal Conservation*, 12(1), 62–70. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00225.x>
- Olszewski, A. (2007). *Utracone gatunki awiufauny lęgowej Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny*.
- Olszewski, A. (2016). Zastosowanie fotopułapek jako nieinwazyjnej metody badania zwierząt w Kampinoskim Parku Narodowym—Pierwsze wyniki. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 18(4 [49A]).
- Olszewski, A., Matusiak, J., & Olech, B. (2020). Biologia i ekologia bielika *Haliaeetus albicilla* w okresie lęgowym w Kampinoskim Parku Narodowym. *Kulon*, 25.
- Onmuş, O., Ağaoğlu, Y., & Gül, O. (2012). Environmental Factors Affecting Nest-Site Selection and Breeding Success of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Western Turkey. *The Wilson Journal of Ornithology*, 124(2), 354–361. <https://doi.org/10.1676/11-155.1>
- Orłowski, G., Karg, J., Jerzak, L., Bocheński, M., Profus, P., Książkiewicz-Parulska, Z., Zub, K., Ekner-Grzyb, A., & Czarnecka, J. (2018). Data exploration on diet, and composition, energy value and functional division of prey items ingested by White Storks *Ciconia ciconia* in south-western Poland: Dietary variation due to land cover, reproductive output and colonial breeding. *Data in brief*, 21, 1186–1203.
- Orłowski, G., Karg, J., Jerzak, L., Bocheński, M., Profus, P., Książkiewicz-Parulska, Z., Zub, K., Ekner-Grzyb, A., & Czarnecka, J. (2019). Linking land cover satellite data with dietary variation and reproductive output in an opportunistic forager: Arable land use can boost an ontogenetic trophic bottleneck in the White Stork *Ciconia ciconia*. *Science of The Total Environment*, 646, 491–502. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.297>
- Otręba, A., Ferchmin, M., Kęłowska, A., Kloss, M., & Michalska-Hejduk, D. (2010). Ochrona flory i roślinności w Kampinoskim Parku Narodowym. *Z Mazowsza na Polesie i Wileńszczyznę*, 67.
- Pałubska, K. (2015). Możliwości identyfikacji i wartościowania krajobrazu kulturowego w polsce. *Stan badań i problemy*, 185.

- Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy. (2023). *CBDG Menedżer pobierania*. <https://dm.pgi.gov.pl/>
- Papazoglou, C., & Bommel, F. van. (2004). *Birds in the European Union: A status assessment*. BirdLife International.
- Pearson, D. L. (1994). Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 75–79. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0088>
- Pestka, Z., Zbyryt, A., Menderski, S., & Jakubas, D. (2023). Habitat suitability mapping of white stork *Ciconia ciconia* in one of its key European breeding areas. *Ecological Indicators*, 151, 110278.
- Podlasczuk, M., Wojciechowski, Z., Podlasczuk, P., Minias, P., Janiszewski, T., & Wojciechowska, A. (2015). Shortening day length as a previously unrecognized selective pressure for early breeding in a bird with long parental care. *Journal of Ornithology*, 156(2), 389–396. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1136-7>
- POLSA. (2022, luty 4). *Nowe mapy pokrycia terenu i ortofotomapa udostępnione na geoportalu*. <https://polsa.gov.pl/wydarzenia/nowe-mapy-pokrycia-terenu-i-ortofotomapa-udostepnione-na-geoportalu/>
- Polskie Radio Czwórka. (2021, kwiecień 7). „Urbanistyka łanowa” — Gdy przestrzeni brak. Czwórka Polskie Radio. <https://www.polskieradio.pl/10/4910/Artykul/2711517>
- Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków. (2020). *After life conservation plan PL „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski” LIFE15 NAT/PL/000728*. Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków. [https://www.ptop.org.pl/images/stories/BocianLIFE/raporty/F3.%20After-Life%20Conservation%20Plan\\_PL.pdf](https://www.ptop.org.pl/images/stories/BocianLIFE/raporty/F3.%20After-Life%20Conservation%20Plan_PL.pdf)
- Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „pro Natura”. (2023). *Bociany.pl*. <https://bociany.pl/o-projekcie/>
- Puszcza Kampinoska Biosphere Reserve, Poland*. (b.d.). Pobrano 21 kwiecień 2023, z <https://en.unesco.org/biosphere/eu-na/puszcza-kampinoska>
- QGIS Development Team. (2021). *QGIS Geographic Information System ver 3.22 Białowieża*. QGIS Association. <https://www.qgis.org>
- R Core Team. (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Radović, A., & Tepić, N. (2009). Using Corine Land Cover Habitat Database for the analysis of breeding bird habitat: Case study of white storks (*Ciconia ciconia*) from northern Croatia. *Biologia*, 64(6), 1212–1218. <https://doi.org/10.2478/s11756-009-0206-4>
- Richling, A., Solon, J., Macias, A., Balon, J., Borzyszkowski, J., & Kistowski, M. (2021). *Regionalna geografia fizyczna Polski: Praca zbiorowa*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Rogula-Kozłowska, W., & Bihalowicz, J. (2023). *Application of remote sensing and GIS in mapping forest fire risk. Case study of Natura 2000 area—Puszcza Kampinowska (Kampinos Forest)* (s. 65).
- Rogula-Kozłowska, W., Rybak, J., Wróbel, M., Bihalowicz, J. S., Krasuski, A., & Majder-Łopatka, M. (2021). Site environment type – The main factor of urban road dust toxicity? *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 218, 112290. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112290>
- Romero Lopez, J. M. (2017). *Cooperación y conflicto entre hermanos de nido en cigüeña blanca ciconia ciconia*. [Universidad Pablo de Olavide].



- <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/5665/romero-lopez-tesis-17-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rossum, G. van, & Drake, F. L. (2010). *The Python language reference* (Release 3.0.1 [Repr.]). Python Software Foundation.
- Salicki, W. (2015). Krzyżówka (*Anas platyrhynchos*) jako bioindykator skażenia środowiska fluorem obszarów Północno-Zachodniej Polski. *I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA*.
- Schreiner, A. (2012). Średnia biomasa osobnicza zgrupowań biegaczowatych w produkcyjnym cyklu drzewostanów bukowych w Dolinie Ruhry (zachodnie Niemcy). *sylwan*, 156(11), 833–842.
- Schwerk, A. (2008). *Model of the rate of succession of epigeic carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on degraded areas*. Instytut Badawczy Leśnictwa (Forest Research Institute).
- Schwerk, A., & Szyszko, J. (2023). *Increase of Mean Individual Biomass (MIB) of Carabidae (Coleoptera) in relation to succession in forest habitats \* Wzrost średniej biomasy osobniczej (SBO) biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) w sukcesji uśrodków leśnych*.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Sherman, L., & Hagar, J. (2021). The snag's the limit: Habitat selection modeling for the western purple martin in a managed forest landscape. *Forest Ecology and Management*, 480, 118689. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118689>
- Sibly, R. M., Akçakaya, H. R., Topping, C. J., & O'Connor, R. J. (2005). Population-level Assessment of Risks of Pesticides to Birds and Mammals in the UK. *Ecotoxicology*, 14(8), 863–876. <https://doi.org/10.1007/s10646-005-0033-5>
- Sikora, A. (2017). Rozmieszczenie, zmiany liczebności i produktywność bociana białego *Ciconia ciconia* na Żuławach Wiślanych. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 73(5), 363–378.
- Sikora, A., Chodkiewicz, T., Rohde, Z., & Lewandowska, J. (2021). *Monitoring ptaków z uwzględnieniem obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, lata 2018–2021* (Część I. Monitoring ptaków pospolitych, terenów podmokłych i leśnych z uwzględnieniem obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, lata 2018–2021). [file:///C:/Users/joann/Downloads/Raport\\_koncowy\\_MPP\\_2018-2021.pdf](file:///C:/Users/joann/Downloads/Raport_koncowy_MPP_2018-2021.pdf)
- Simberloff, D. (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era? *Biological conservation*, 83(3), 247–257.
- Siwak, A., & Olech, B. (2011). Ochrona strefowa ptaków w Kampinoskim Parku Narodowym na przykładzie bociana czarnego *Ciconia nigra*. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 13(2 [27]).
- Skibniewski, M., Kośła, T., & Skibniewska, E. M. (2013). Domestic cat (*Felis catus*) as a bioindicator of environmental lead contamination / Kot domowy (*Felis catus*) jako bioindykator zanieczyszczenia środowiska ołowiem. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych - Environmental Protection and Natural Resources*, 24(4). <https://doi.org/10.2478/oszn-2013-0043>
- Smirnov, N. (1948). Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 19(2), 279–281. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Solecka, I. (2016). Polskie doświadczenia w identyfikacji i waloryzacji krajobrazu. *Inżynieria Ekologiczna*.

- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Ziaja, W. (2018). Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 91(2), 143–170. <https://doi.org/10.7163/GPol.0115>
- Solon, J., Chmielewski, T. J., Myga-Piątek, U., & Kistowski, M. (2015). Identyfikacja i ocena krajobrazów Polski—etapy i metody postępowania w toku audytu krajobrazowego w województwach. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 40, 55–76.
- Solon, J., Otręba, A., Andrzejewska, A., & Zaniewski, P. T. (2021). Zmiany składu gatunkowego i wskaźników struktury zbiorowisk roślinnych w latach 2001-2018 na wybranych powierzchniach stałych w Kampinoskim Parku Narodowym = Changes of species composition and structural indices among plant communities in 2001-2018 on selected permanent plots in Kampinos National Park. *Przegląd Geograficzny*, 93(3), 413–443. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2021.3.5>
- Stappen, R. K. (2006). *Sustainable World is Possible. Der Wise Consensus: Problemlösungen für das 21. Jahrhundert.*
- Szymańska, D. (2013). *Geografia osadnictwa* (Wyd. 2. zm). Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Szyszek, J. (1990). *Planning of Prophylaxis in Threatened Pine Forst Biocenoses Based on an Analysis of the Fauna of Epigeic Carabidae.* Warsaw Agricultural University Press.
- Szyszek, J. (2004). Foundations of Poland 2019; Cultural Landscape Protection—Conservation Policy. W M. Dieterich & J. Van Der Straaten (Red.), *Cultural Landscapes and Land Use* (s. 95–110). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-2105-4\\_6](https://doi.org/10.1007/1-4020-2105-4_6)
- Szyszek, J., Schwerk, A., & Malczyk, J. (2011). Animals as an indicator of carbon sequestration and valuable landscapes. *ZooKeys*, 100, 565.
- The James Hutton Institute. (2020, maj 21). *Review of Existing Methods of Landscape Assessment and Evaluation.* <https://macaulay.webarchive.hutton.ac.uk/ccw/task-two/evaluate.html>
- The Pandas Development Team. (2023). *pandas-dev/pandas: Pandas (v2.1.0rc0)* [Software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3509134>
- Tobolka, M., Sparks, T. H., & Tryjanowski, P. (2012). Brief report Does the White Stork *Ciconia ciconia* reflect farmland bird diversity? *Ornis Fennica*, 89, 222–228.
- Tobółka, M. (2011). Roosting of tree sparrow (*Passer montanus*) and house sparrow (*Passer domesticus*) in white stork (*Ciconia ciconia*) nests during winter. *Turkish Journal of Zoology*. <https://doi.org/10.3906/zoo-1003-106>
- Tryjanowski, P., Grzywaczewski, G., & Zbyryt, A. (2018). Foraging of White Stork *Ciconia ciconia* in Forests – The Heritage of an Ancient Behaviour? *Polish Journal of Ecology*, 66(3), 250–256. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2018.66.3.005>
- Tryjanowski, P., Sparks, T. H., & Jerzak, L. (2006). *The White Stork in Poland: Studies in biology, ecology and conservation.* Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań.
- Tyburski, L., & Przybylski, P. (2016). Przykłady działań z zakresu ochrony czynnej realizowane w lasach Kampinoskiego Parku Narodowego. *Ekonomia i Środowisko*, 1 [56].
- UNEP/AEWA Secretariat. (2022). *Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA) -Agreement Text and Annexes.* <https://www.unep->

- aewa.org/sites/default/files/publication/aewa\_agreement\_text\_2023-2025\_mop8.pdf
- Vaitkuvienė, D., & Dagys, M. (2015). Two-fold increase in White Stork (*Ciconia ciconia*) population in Lithuania: A consequence of changing agriculture? *Turkish Journal of Zoology*, 39(1), 144–152.
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., Burovski, E., Peterson, P., Weckesser, W., Bright, J., van der Walt, S. J., Brett, M., Wilson, J., Millman, K. J., Mayorov, N., Nelson, A. R. J., Jones, E., Kern, R., Larson, E., ... SciPy 1.0 Contributors. (2020). SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python. *Nature Methods*, 17, 261–272. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- Wingfield, J. C. (2013). Ecological processes and the ecology of stress: The impacts of abiotic environmental factors. *Functional Ecology*, 27(1), 37–44. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12039>
- Wojciechowski, Z., & Janiszewski, T. (2006). The effect of biotopic conditions on the density of a White Stork population in Central Poland. *The White Stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation.*—Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań Search in.
- Wrochna, A. (2012). System Informacji Geograficznej o jednostkach architektoniczno-krajobrazowych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16, 95–104.
- Wuczyński, A., Krogulec, G., Neubauer, G., & Profus, P. (2019). Pierwsza ocena liczebności bociana białego *Ciconia ciconia* w Polsce w 1958 roku—streszczenie prezentacji. *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 75, 336–344.
- Xia, R., Sun, M., Balcázar, J. L., Yu, P., Hu, F., & Alvarez, P. J. J. (2023). Benzo[a]pyrene stress impacts adaptive strategies and ecological functions of earthworm intestinal viromes. *The ISME Journal*. <https://doi.org/10.1038/s41396-023-01408-x>
- Zaleski, J. (2009). *Odpowiedź podsekretarza stanu w Ministerstwie Środowiska—Z upoważnienia ministra—Na zapytanie nr 4912 w sprawie wstrzymania wykupu gruntów położonych na terenie gmin obszaru Kampinoskiego Parku Narodowego.* <https://orka2.sejm.gov.pl/IZ6.nsf/main/2737B89D>
- Zaniewski, P. T., Solon, J., Ferchmin, M., & Siedlecki, L. (2020). Zmiany bogactwa gatunkowego runa borów sosnowych na pasach wydmowych Kampinoskiego Parku Narodowego na początku XXI wieku. *sylvan*, 164(04), 331–342.
- Zarzycki, W., Folcik, Ł., Woźnica, P., Gancarek, M., & Lewandowska, A. (2015). *Gatunki charyzmatyczne i ich potencjał w rozwoju ekoturystyki na przykładzie województwa śląskiego* (s. 5–16).
- Zawadzka, D., & Zawadzki, J. (2006). Ptaki jako gatunki wskaźnikowe różnorodności biologicznej i stopnia naturalności lasów. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 8(4 [14]), 249–262.
- Zbyryt, A., Menderski, S., Niedzwiecki, S., Kalski, R., & Zub, K. (2014). Populacja lęgowa bociana białego *Ciconia ciconia* w Ostoi Warmińskiej. *Ornis Polonica*, 55(4).
- Zurell, D., Eggers, U., Kaatz, M., Rotics, S., Sapir, N., Wikelski, M., Nathan, R., & Jeltsch, F. (2015). Individual-based modelling of resource competition to predict density-dependent population dynamics: A case study with white storks. *Oikos*, 124(3), 319–330. <https://doi.org/10.1111/oik.01294>
- Zurell, D., von Wehrden, H., Rotics, S., Kaatz, M., Groß, H., Schlag, L., Schäfer, M., Sapir, N., Turjeman, S., Wikelski, M., Nathan, R., & Jeltsch, F. (2018). Home Range Size and Resource Use of Breeding and Non-breeding White Storks Along

a Land Use Gradient. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 79.  
<https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00079>

## Spis rysunków

Rys. 1 Józef Chełmoński „Bociany” 1900. Autorstwa Józef Chełmoński – <a href="https://cyfrowe.mnw.art.pl/en/catalog/510861">https://cyfrowe.mnw.art.pl/en/catalog/510861</a> , Domena publiczna, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70712051">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70712051</a> .....	16
Rys. 2 Obszar badań na tle podziału fizycznogeograficznego Polski. Granice podziału pochodzą z (Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, 2023; Solon i in., 2018).....	25
Rys. 3 Ukształtowanie powierzchni i budowa geologiczna Puszczy Kampinoskiej (Herz, 2022) .....	26
Rys. 4 Obszar badań – rysunek Autorki na podstawie CORINE Land Cover i danych ornitologicznych A. Olszewskiego .....	30
Rys. 5. Bocian biały, fot. J. Białowicz.....	31
Rys. 6 Młode bociany na gnieździe, fot. J. Białowicz.....	32
Rys. 7 Bocian biały żerujący na skoszonej łące, fot. J. Białowicz .....	33
Rys. 8 Zmiany wartości wskaźników liczebności bociana białego na terenie Polski w latach 2001–2020 (Sikora i in., 2021).....	35
Rys. 9 Populacja bociana białego na obszarze badawczym w latach 2006-2018 (rys. na podstawie danych ornitologicznych od dr A. Olszewskiego).....	36
Rys. 10 Średnie parametrów bocianich na obszarze badawczym w latach 2006 – 2018	38
Rys. 11 Średnia liczba młodych zdolnych do lotu w latach 2006 – 2018 na obszarze badawczym. ....	39
Rys. 12 Wybrane 20 gniazd do badań terenowych na tle obszaru badań zaprezentowanego na (Rys. 4 Obszar badań – rysunek Autorki na podstawie CORINE Land Cover i danych ornitologicznych A. Olszewskiego).....	52
Rys. 13 Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2006 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4) .....	63
Rys. 14 Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2012 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4) .....	64
Rys. 15 Udział poszczególnych kategorii pokrycia terenu według CORINE Land Cover w 2018 r na powierzchni badawczej w zależności od odległości od gniazd bociana białego dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4). ....	65
Rys. 16 Zmiany procentowego udziału poszczególnych kategorii pokrycia terenu według i rzędu CORINE Land Cover w latach 2006 – 2018 dla 122 gniazd (por. rozdział 4.4). ....	66
Rys. 17 Rozkład stopnia podziału krajobrazu <b>D</b> wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2006 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu.....	79

Rys. 18 Rozkład stopnia podziału krajobrazu <b>D</b> wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2012 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu. ....	79
Rys. 19 Rozkład stopnia podziału krajobrazu <b>D</b> wokół 122 gniazd bocianich w odległościach do 1, 2, 3, 4 i 5 km od gniazda na podstawie płatów z CLC 2018 z zaznaczoną pionową linią wartością średnią dla odpowiadającego rozkładu. ....	80
Rys. 20 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 1 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	81
Rys. 21 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 2 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	81
Rys. 22 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 – 2006 w odległości do 3 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	82
Rys. 23 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 - 2006 w odległości do 4 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	83
Rys. 24 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2012 - 2006 w odległości do 5 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	83
Rys. 25 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 1 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	84
Rys. 26 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 2 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	84
Rys. 27 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 3 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	85
Rys. 28 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 4 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	86
Rys. 29 Przyrost stopnia podziału krajobrazu w latach 2018 - 2012 w odległości do 5 km od gniazd bociana białego, dla 122 gniazd. ....	86
Rys. 30 Dystans pomiędzy gniazdami bociana białego a obszarami wodnymi.....	91
Rys. 31 Lokalizacja gniazda – Augustówek .....	92
Rys. 32 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 1 w Augustówku.....	93
Rys. 33 Widok wnętrza w Augustówku na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	94
Rys. 34 Lokalizacja gniazda – Brochocin.....	95
Rys. 35 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 2 w Brochocinie. ....	96
Rys. 36 Widok wnętrza w Brochocinie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	97
Rys. 37 Lokalizacja gniazda – Brzozówka .....	98
Rys. 38 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr. 3 w Brzozówce. ....	99



Rys. 39 Widok wnętrza w Brzozówce na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	100
Rys. 40 Lokalizacja gniazda – Dziekanów Nowy .....	101
Rys. 41 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr. 4 w Dziekanowie Nowym.....	102
Rys. 42 Widok wnętrza w Dziekanowie Nowym na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	103
Rys. 43 Lokalizacja gniazda nr 5 – Górki Kampinoskie .....	104
Rys. 44 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 5 w Górkach Kampinoskich .....	105
Rys. 45 Widok wnętrza w Górkach Kampinoskich na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	106
Rys. 46 Lokalizacja gniazda nr 6 – Górki Piaseczyńskie .....	107
Rys. 47 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo nr 6 bociana białego w Górkach Piaseczyńskich. ....	108
Rys. 48 Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	109
Rys. 49 Lokalizacja gniazda – Kępiaste .....	110
Rys. 50 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 7 w Kępiastym. ....	111
Rys. 51 Widok wnętrza w Kępiastym na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	112
Rys. 52 Lokalizacja gniazda nr 8 – Komorów.....	113
Rys. 53 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 8 w Komorowie. ....	114
Rys. 54 Widok wnętrza w Komorowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	115
Rys. 55 Lokalizacja gniazda nr. 9 w miejscowości – Krogulec .....	117
Rys. 56 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 9 w Krogulcu. ....	118
Rys. 57 Widok wnętrza w Krogulcu na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	119
Rys. 58 Lokalizacja gniazda nr 10 w miejscowości Lasocin .....	120
Rys. 59 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego w Lasocinie. ....	121
Rys. 60 Widok wnętrza w Lasocinie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych.....	122
Rys. 61 Lokalizacja gniazda – Miszory .....	123
Rys. 62 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 11 w Miszorach.....	124

Rys. 63 Widok wnętrza w Miszorach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	125
Rys. 64 Lokalizacja gniazda nr 12 – Nowy Secymin .....	126
Rys. 65 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 12 w Nowym Secyminie .....	127
Rys. 66 Widok wnętrza w Nowym Secyminie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	128
Rys. 67 Lokalizacja gniazda nr 13 – Nowy Wilków.....	129
Rys. 68 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 13 w Nowym Wilkowie. ....	130
Rys. 69 Widok wnętrza w Nowym Wilkowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	131
Rys. 70 Lokalizacja gniazda nr 14 – Secyminek .....	132
Rys. 71 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 14 w Secyminku. ....	133
Rys. 72 Widok wnętrza w Secyminku na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	134
Rys. 73 Lokalizacja gniazda – Stare Gniewniewice .....	135
Rys. 74 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 15 w Starych Gniewniewicach. ....	136
Rys. 75 Widok wnętrza w Starych Gniewniewicach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	137
Rys. 76 Lokalizacja gniazda nr 16 – Stare Koczargi .....	138
Rys. 77 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 16 w Starych Koczargach.....	139
Rys. 78 Widok wnętrza w Starych Koczargach na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	140
Rys. 79 Lokalizacja gniazda nr 17 – Stare Polesie .....	141
Rys. 80 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 17 w Starym Polesiu.....	142
Rys. 81 Widok wnętrza w Starym Polesiu na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	143
Rys. 82 Lokalizacja gniazda nr 18 – Śladów .....	144
Rys. 83 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 18 w Śladowie. ....	145
Rys. 84 Widok wnętrza w Śladowie na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	146
Rys. 85 Lokalizacja gniazda nr 19 - Wiejca.....	147
Rys. 86 Wnętrze krajobrazowe, w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 19 w Wiejcy. ....	148

Rys. 87 Widok wnętrza w Wiejcy na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	149
Rys. 88 Lokalizacja gniazda nr 20 – Wólka .....	150
Rys. 89 Wnętrze krajobrazowe w którym zlokalizowane jest gniazdo bociana białego nr 20 w Wólce. ....	151
Rys. 90 Widok wnętrza w Wólce na tle mapy historycznej i aktualnych zdjęć satelitarnych .....	152
Rys. 91 Uproszczony schemat wnętrza krajobrazowego przy wsi ulicówce o łąnowym układzie pól (opracowanie własne).....	170

## Spis fotografii

Fot. 1. Widok wnętrza w Augustówku 73, budynek w kolorze białym należący do dawnego siedliska wiejskiego stanowi jeden z akcentów wnętrza. Droga gruntowa tworzy linię prowadzenia. ....	95
Fot. 2. Widok wnętrza w Augustówku 73, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym. ....	95
Fot. 3. Widok wnętrza w Augustówku 73, droga z nawierzchnią tłuczniową tworzy linię prowadzenia przez wnętrze. ....	95
Fot. 4. Widok wnętrza w Brochocinie, budynek gospodarczy dawnego siedliska wiejskiego stanowi jeden z akcentów wnętrza. Droga asfaltowa tworzy linię prowadzenia. ....	98
Fot. 5. Widok wnętrza w Brochocinie, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, słupy energetyczne budujące rytm. Podłużna hałda kiszonki i budynek jednorodzinny stanowią akcenty. ....	98
Fot. 6. Widok wnętrza w Brochocinie na negatywnie oddziałujące na wartość wizualną krajobrazu dominantę w formie alei drzew z kulistymi koronami oraz słupy energetyczne. ....	98
Fot. 7. Widok wnętrza w Brzozówce, droga asfaltowa jako linia prowadzenia, posesja prywatna z jasną elewacją budynku mieszkalnego jako dominantą. ....	101
Fot. 8. Widok wnętrza w Brzozówce, zlokalizowanego w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym. ....	101
Fot. 9. Widok wnętrza w Dziekanowie Nowym ....	104
Fot. 10. Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich, linia prowadzenia droga asfaltowa, w krajobrazie przyrodniczo - kulturowym ....	107
Fot. 11. Widok wnętrza w Górkach Piaseczyńskich w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, dominanta grupa wysokich drzew w centrum wnętrza.....	107
Fot. 12. Widok na wnętrze w Górkach Piaseczyńskich w krajobrazie przyrodniczo-kulturowym ....	110
Fot. 13. Widok na wnętrze w Górkach Piaseczyńskich na dominantę, jaką jest gniazdo oraz linię prowadzącą – drogę asfaltową ....	110
Fot. 14. Widok na wnętrze w Kępiastym usytuowanym w krajobrazie przyrodniczo-kulturowym. Widoczny jest akcent w postaci samotnego dużego drzewa owocowego ....	113
Fot. 15. Widok na wnętrze krajobrazowe A w Komorowie. Linia prowadzenia droga gruntowa.....	116
Fot. 16. Widok na wnętrze krajobrazowe B w Komorowie Linia prowadzenia droga asfaltowa.....	116
Fot. 17. Widok na wnętrze krajobrazowe A w Krogulcu. Dominantą jest słup z gniazdem bociana białego, akcentem przyczepa kempingowa. ....	120
Fot. 18. Widok na wnętrze krajobrazowe A w Lasocinie. Linia prowadzenia droga asfaltowa, akcentem są słupy elektryczne.....	123

Fot. 19. Widok na wnętrze krajobrazowe B w Lasocinie. Linia prowadzenia droga gruntowa .....	123
Fot. 20. Widok na wnętrze krajobrazowe w Miszorach. Dominanta w postaci gniazda na słupie elektrycznym .....	126
Fot. 21. Widok na wnętrze krajobrazowe w Nowym Secyminie, linia prowadzenia droga asfaltowa .....	129
Fot. 22. Widok wnętrza krajobrazowego w Nowym Wilkowie .....	132
Fot. 23. Widok wnętrza w Secyminku, w krajobrazie przyrodniczo - kulturowym.....	135
Fot. 24. Widok wnętrza w Secyminku, w krajobrazie przyrodniczo – kulturowym, linię prowadzenia stanowi droga asfaltowa .....	135
Fot. 25. Widok na wnętrza krajobrazowego w Starych Gniewniewicach .....	138
Fot. 26 Widok wnętrz krajobrazowych A i B w Starych Koczargach, dominanta w postaci gniazda bociana białego – granicę pomiędzy wnętrzami stanowi ogrodzenie. ....	141
Fot. 27. Widok wnętrza w Starym Polesiu, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze .....	144
Fot. 28. Widok wnętrza w Starym Polesiu, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze .....	144
Fot. 29. Widok wnętrza w Śladowie, droga asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze.....	147
Fot. 30. Widok wnętrza w Śladowie, drogi asfaltowa tworzy linie prowadzenia przez wnętrze, przystanek jest akcentem.....	147
Fot. 31 Widok na wnętrze krajobrazowe w Wiejcy, droga jako linia prowadzenia.....	150
Fot. 32 Widok na wnętrze krajobrazowe w Wólce.....	153

## Spis tabel

Tab. 1 Zestawienie oznaczeń stosowanych w inwentaryzacji bociana białego wraz z wartościami zmiennych bocianich wprowadzonych w tej pracy .....	37
Tab. 2 Kategorie pokrycia terenu wg. Corine Land Cover (GIOŚ, 2016) występujące na obszarze badawczym.....	46
Tab. 3 Modele jednostek i wewnątrz JARK-WAK w waloryzacji krajobrazu opracowane na podstawie (Bogdanowski, 2000).....	55
Tab. 4 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4) a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: *** - $p < 0,001$ ; ** - $p < 0,01$ ; * - $p < 0,05$ ; tr (trend) – $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....	67
Tab. 5 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: *** - $p < 0,001$ ; ** - $p < 0,01$ ; * - $p < 0,05$ ; tr (trend) – $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.....	68
Tab. 6 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zajętością gniazda bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: *** - $p < 0,001$ ; ** - $p < 0,01$ ; * - $p < 0,05$ ; tr (trend) – $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.....	69
Tab. 7 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: *** - $p < 0,001$ ; ** - $p < 0,01$ ; * - $p < 0,05$ ; tr (trend) – $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.....	70
Tab. 8 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: *** - $p < 0,001$ ; ** - $p < 0,01$ ; * - $p < 0,05$ ; tr (trend) – $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne.....	70
Tab. 9 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami nieudanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność	



statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. .... 71

Tab. 10 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne..... 72

Tab. 11 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne..... 72

Tab. 12 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a lęgami udanymi bociana białego w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne..... 73

Tab. 13 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według I rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. .... 74

Tab. 14 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według II rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. .... 75

Tab. 15 Korelacje pomiędzy kategoriami pokrycia terenu według III rzędu CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a liczbą młodych bocianów zdolnych do lotu, w latach 2006 – 2012 i 2012 – 2018, w zależności od odległości od gniazd dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend) -  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. .... 76

- Tab. 16 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 1 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....87
- Tab. 17 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 2 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....88
- Tab. 18 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 3 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....89
- Tab. 19 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 4 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....89
- Tab. 20 Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy długością granic płatów pokrycia terenu według CORINE Land Cover (por. rozdział 4.4), a zmiennymi bocianimi i ich różnicami w obszarze do 5 km od gniazda dla 122 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....90
- Tab. 21 Uogólnione modele liniowe parametrów bocianich i wody (trend  $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie korelacje  $p < 0,05$  – żółty, średnio istotne statystycznie korelacje  $p < 0,01$  – jasnozielony; najsilniejsze korelacje  $p < 0,001$  – ciemnozielony) dla 122 gniazd. ....92
- Tab. 22 Współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy parametrami opisującymi populację bociana białego a cechami geometrycznymi wewnątrz dla 20 gniazd. Istotność statystyczna została oznaczona przy wartościach liczbowych za pomocą następujących kodów: \*\*\* -  $p < 0,001$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \* -  $p < 0,05$ ; tr (trend)–  $p < 0,1$ . Kolor staje się ciemniejszy wraz ze wzrostem istotności korelacji, zielony oznacza korelacje dodatnie, pomarańczowy – ujemne. ....153
- Tab. 23 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w KPN w zależności od typu krajobrazu ze względu na stopień przekształcenia

antropogenicznego i sposobu użytkowania. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony).....	154
Tab. 24 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w zależności od modelu wnętrza. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony).....	155
Tab. 25 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w zależności od rodzaju wnętrza określonego przez transparentność ścian. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony) .....	156
Tab. 26 Porównanie parametrów opisujących populację bociana białego w KPN w zależności od przeważającego tworzywa ścian wnętrza. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony) .....	157
Tab. 27 Porównanie parametrów charakteryzujących populację bociana białego w KPN w zależności od rodzaju dominującej podłogi we wnętrzu. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony) .....	158
Tab. 28 Porównanie parametrów charakteryzujących populację bociana białego w zależności od pogrupowanego rodzaju przeważającego tworzywa podłogi we wnętrzu krajobrazowym. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony).....	159
Tab. 29 Porównanie parametrów populacji bociana białego w zależności od występowania dominanty krajobrazowej we wnętrzu. (trend $p < 0,1$ – kolor pomarańczowy; najmniej istotne statystycznie $p < 0,05$ – żółty, średnio istotne statystycznie $p < 0,01$ – jasnozielony; najsilniejsze $p < 0,001$ – ciemnozielony) .....	159
Tab. 30 Zestawienie oddziaływania parametrów środowiskowych i krajobrazowych na populację bociana białego wraz ze wskazaniem podobieństw za pomocą ramek. ....	173

Wyrażam zgodę na udostępnienie mojej pracy w czytelniach Biblioteki SGGW  
w tym w Archiwum Prac Dyplomowych SGGW

*Yvonne Bihelová*  
.....  
(czytelny podpis autora pracy)