

## Awifauna lęgowa wnętrza i obrzeża lasu w Puszczy Boreckiej

### Breeding avifauna of the forest interior and forest edge in the Borki Forest

Grzegorz Rąkowski<sup>1\*</sup>, Krzysztof Czarnocki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochrony Przyrody, ul. Krucza 5/11, 00-548 Warszawa;

<sup>2</sup>Sekcja Ornitologiczna Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, adres kontaktowy autora: Łaski, ul. Brzozowa 21, 05-080 Izabelin

\*Tel. +48 22 3750642, e-mail: grzegorz.rakowski@ios.edu.pl

**Abstract.** The composition and structure of breeding bird communities in the Borki Forest in North-Eastern Poland were investigated separately in the forest interior (years 2012–2014) and at the forest edge (years 2016–2018). In both areas, bird censuses were carried out on three plots located in mature oak-hornbeam, ash-alder and mixed coniferous forest stands. Plots were selected to cover similar forest types, encompass stands of similar age and to have similar acreage, both, in the forest interior and at the forest edge. A standard combined mapping technique for estimating the number of breeding birds was applied and a total of 97 bird species was found to have bred at least once within any plot. Regardless of forest type, both the number of breeding bird species and the population densities, were higher on plots situated at the forest edge than in the forest interior. The mean number of breeding species was over 20% higher and the mean total density of breeding pairs was higher by over 30%. Total population densities on the plots located at the forest edge were higher as a result of an increase in population densities of some individual bird species combined with an increase in the number of breeding species, including non-forest and non-typical forest interior species. The number of nesting species in the edge zone was higher than in the forest interior with common species and generalists clearly dominating. Specialist species typical of natural forests as well as rare and endangered species, such as three-toed woodpecker *Picoides tridactylus*, white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos*, collared flycatcher *Ficedula albicollis* and red-breasted flycatcher *Ficedula parva*, for whom the Borki Forest is an important breeding site in Poland, were less numerous. Despite the observed differences and a clear edge effect, bird assemblages inhabiting research plots in the forest interior and at the edge were not fundamentally different. We conclude that the edge zone is inhabited by a poorer quality variant of bird assemblage typical of forest interior, enriched quantitatively by non-forest species associated with open and/or semi-open areas as well by synanthropic species.

**Keywords:** bird assemblage, edge effect, ecotonal zone, bird population densities, avifauna richness

**Słowa kluczowe:** zgrupowanie ptaków, efekt brzegowy, strefa ekotonu, zagęszczenia populacji ptaków, bogactwo awifauny.

## 1. Wstęp

Wnętrze lasu i jego obrzeże, jako siedliska przyrodnicze, różnią się od siebie pod wieloma względami, co wynika przede wszystkim z odmienności lokalnych parametrów mikroklimatycznych, takich jak: temperatura, wilgotność, wiatr, warunki świetlne i in. (Zięba et al. 2014). Siedliska leśne we wnętrzu kompleksu leśnego w porównaniu z jego strefą brzeżną są bardziej stabilne. Panuje tam większa wilgotność, ruch powietrza jest o wiele mniejszy, a do dna lasu dociera znacznie mniej światła. W przypadku temperatury powietrza i gruntu kompleks leśny działa jak bufor. W jego wnętrzu w okresie wiosenno-letnim

temperatury są zazwyczaj niższe niż na obrzeżu, a w okresie jesienno-zimowym dzieje się odwrotnie. Wspomniane różnice sprawiają, że drzewostany, nawet reprezentujące ten sam typ zbiorowiska leśnego, przybierają nieco inną formę w strefie brzeżnej niż we wnętrzu kompleksu leśnego, co badali m.in. Harper i Macdonald (2001), Zięba i in. (2014), Ouin i in. (2015). Według tych autorów drzewostany w strefie brzeżnej charakteryzowały się większym zagęszczeniem i wyższą miąższością oraz bogatszym składem gatunkowym, natomiast drzewa były niższe i miały większe korony. W strefie tej podszyt i podrost drzew były silniej rozwinięte oraz występowało w niej więcej mikrosiedlisk niż w głębi lasu.

Wpłynęło: 2.01.2019 r., zrecenzowano: 24.01.2019 r., zaakceptowano: 7.02.2019 r.

Różnice występujące w zakresie warunków mikroklimatycznych i charakteru siedlisk przekładają się na różnice w składzie gatunkowym i strukturze zgrupowań zwierząt zasiedlających wnętrze lasu i jego obrzeża. Pojęcie „efektu brzegowego”, jako konsekwencji wpływu strefy ekotonalnej na faunę, po raz pierwszy zostało wprowadzone przez Oduma (1963), który zdefiniował je jako tendencję do wzrostu zagęszczenia populacji i bogactwa gatunkowego na styku dwóch odmiennych środowisk. Ten sam autor zasugerował również, że pojęcie to można zastosować w szczególności do awifauny. Efekt brzeżny w odniesieniu do zgrupowań ptaków w strefie ekotonalnej pomiędzy lasem a terenami otwartymi był analizowany przez wielu badaczy (Johnston 1947; Strelke, Dickson 1980; Helle, Helle 1982; Kroodsmā 1984; McCollin 1998; Kurosawa, Askins 1999; Flashpohler et al. 2001; Baker et al. 2002; Zurita et al. 2012; Terraube et al. 2016). Większość z nich wskazywała, że strefa brzeżna lasu jest preferowana przez gatunki mało wyspecjalizowane (generalistów), które mogą wykorzystywać różne siedliska. Niektórzy zwracali uwagę na dodatkowe czynniki, jak antropopresja oraz zwiększona presja drapieżnictwa i pasożytnictwa, oddziałujące na awifaunę w strefie brzeżnej lasu (Flashpohler et al. 2001; Terraube et al. 2016). W Polsce efekt brzegowy w zgrupowaniach ptaków leśnych był przedmiotem nielicznych badań (Cieślak 1983, 1992; Cieślak, Dombrowski 1993, Kopij 2013). Informacje na ten temat pojawiały się także okazjonalnie w kilku innych publikacjach (Gromadzki 1970; Tomiałojć et al. 1984; Markowski 1995; Kujawa 2009; Tryjanowski et al. 2009; Jakubiec, Wuczyński 2013).

W pracy przedstawiono podsumowanie wyników kilkuletnich badań ornitologicznych w Puszczy Boreckiej na Pojezierzu Mazurskim, która jest lasem gospodarczym o znacznym stopniu naturalności (Rąkowski 2015; Rąkowski et al. 2016). Przez trzy sezony w latach 2016–2018 na trzech powierzchniach badawczych, wyznaczonych na krawędzi lasu na zachodnim obrzeżu Puszczy Boreckiej, prowadzono inwentaryzację awifauny. Oceniano jej skład gatunkowy, zagęszczenie par lęgowych i dominację poszczególnych gatunków. Powierzchnie obejmowały dojrzałe drzewostany reprezentujące trzy typy zbiorowisk leśnych najpowszechniej występujące w tym kompleksie leśnym: grąd, lęg i bór mieszany. Wyniki tych inwentaryzacji zestawiono z wynikami podobnych badań prowadzonych w latach 2012–2014 na obejmujących te same typy lasu trzech stałych ornitologicznych powierzchniach badawczych zlokalizowanych w głębi Puszczy Boreckiej (co najmniej 3 km od krawędzi lasu), w ramach wieloletniego programu badawczego awifauny (Rąkowski et al. 2016). Powierzchnie badawcze na krawędzi lasu zostały wybrane w taki sposób, aby w miarę możliwości były podobne do odpowiednich stałych powierzchni badawczych w głębi Puszczy Boreckiej, tzn. aby miały porównywalną wielkość i obejmowały podobne zbiorowiska leśne o zbliżonym wieku drzewostanów. Przedmiotem pracy jest porównanie wyników obu inwentaryzacji, wskazanie zaobserwowanych różnic pomiędzy zgrupowaniami ptaków lęgowych zasiedlających wnętrze lasu i jego obrzeża oraz analiza przyczyn wystąpienia tych różnic.

## 2. Teren badań i powierzchnie badawcze

Geograficzną i przyrodniczą charakterystykę Puszczy Boreckiej przedstawiono w publikacji prezentującej wyniki wieloletnich badań ornitologicznych w tym kompleksie leśnym (Rąkowski et al. 2016). W tej samej pracy opisano też trzy powierzchnie badawcze zlokalizowane w głębi puszczy i obejmujące trzy główne typy lasu: G – grąd (16,00 ha), Ł – lęg (6,00 ha) i BM – bór mieszany (14,50 ha). Na potrzeby niniejszej publikacji oznaczenia tych powierzchni zmieniono na, odpowiednio, G1, Ł1 i BM1, aby odróżnić je od obejmujących podobne zbiorowiska leśne powierzchni G2, Ł2 i BM2, wyznaczonych w brzeżnej strefie lasu, których charakterystykę przedstawiono poniżej. Poza powierzchnią Ł1 (położoną na terenie rezerwatu przyrody „Borki”) wszystkie pozostałe znajdowały się w obrębie lasów gospodarczych, gdzie leśnicy prowadzili pozyskanie drewna. W granicach niektórych powierzchni i/lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie wykonywano m.in. niewielkie zręby gniazdowe i wycinkę punktową.

**Powierzchnia G2** – grąd (18,43 ha) – była położona w bliskim sąsiedztwie zabudowań leśniczówki Diabla Góra oraz Stacji Kompleksowego Monitoringu Środowiska (KMŚ) „Puszcza Borecka”. Obejmowała części dwóch oddziałów leśnych leśnictwa Diabla Góra w obrębie Przerwanki Nadleśnictwa Borki. Były to oddziały 144 d, g i h oraz oddziały 145 g i h. Jej granice wyznaczały leśne drogi i linie oddziałowe, od południowego zachodu zaś – krawędź lasu. Teren w obrębie powierzchni był silnie pofałdowany, w jej granicach znajdowało się jedno z najwyższych wzniesień w Puszczy Boreckiej – Diabla Góra (199 m n.p.m.). Powierzchnia obejmowała wierzchołek i zbocza tego wzniesienia, rozcięte od zachodu suchymi wąwozami erozyjnymi, oraz głęboką dolinę niewielkiego strumienia u południowego podnóża góry. Dno doliny na południowo-zachodnim skraju powierzchni, przy granicy z łąkami, leżało na wysokości 140 m n.p.m. Dominującym zbiorowiskiem leśnym był grąd subkontynentalny *Tilio-Carpinetum*. Ponad połowę powierzchni zajmował typowy grąd z wielogatunkowym starodrzewem w wieku ok. 130 lat o niewielkim zwarcu, w którym dominował grab zwyczajny *Carpinus betulus* L. Znaczniejsze domieszki stanowiły: dąb szypułkowy *Quercus robur* L., lipa drobnolistna *Tilia cordata* Mill. i świerk pospolity *Picea abies* (L.) H. Karst, a pojedynczo występowała brzoza brodawkowata *Betula pendula* Roth, osika *Populus tremula* L., klon zwyczajny *Acer platanoides* L., wiąz pospolity *Ulmus minor* Mill. i modrzew europejski *Larix decidua* Mill. Podszyt, tworzony przez leszczynę *Corylus avellana* L. oraz podrost grabu i świerka, podobnie jak runo leśne, był słabo rozwinięty. Część powierzchni zajmowały nieco młodsze i bardziej przekształcone drzewostany grądowe w wieku 80–100 lat, w których dominował świerk, ale znaczny udział miały także gatunki liściaste: głównie grab i dąb, z domieszką lipy, osiki i wierzby iwy *Salix caprea* L. W dolinie strumienia występował bardzo wąski pas lęgu jesionowo-olszowego *Fraxino-Alnetum* z dominacją olchy *Alnus glutinosa* Gaertn. i domieszką świerka. W obrębie powierzchni (wydzielenia 144 h i 145 h) znajdowało się kilka

wykonanych w ostatnich latach zrębów gniazdowych, zajmujących łącznie powierzchnię ok. 2–3 ha. Od południowego zachodu powierzchnia graniczyła z terenami otwartymi w otoczeniu zabudowań Stacji KMŚ Puszcza Borecka, odległych o 50 m od krawędzi lasu. Były to suche i wilgotne łąki ekstensywnie użytkowane kośnie. W obrębie łąk znajdowały się liczne niewielkie kępy zadrzewień i zakrzewień, a także pojedyncze drzewa. W miejscu, gdzie z lasu wypływa niewielki strumień, znajdowało się rozległe bagnisko częściowo pokryte kępiastym turzycowiskiem, a częściowo porośnięte trzciną. W nieco większej odległości (ok. 200 m) od skraju powierzchni znajdowały się zabudowania leśniczówki Diabla Góra.

**Powierzchnia L2** – łąg (6,40 ha) – obejmowała oddział 78 a, b, c i część g leśnictwa Knieja Łuczańska w obrębie Borki Nadleśnictwa Borki. Granice powierzchni, położonej na wysokości 151–164 m n.p.m., od południa i wschodu wyznaczała wąska, rzadko uczęszczana leśna droga, od zachodu zaś i od południa krawędź lasu na styku z terenami otwartymi. Zdecydowaną większość obszaru powierzchni zajmowało zbiorowisko łągu jesionowo-olszowego z drzewostanem w wieku 70–110 lat o dość dużym zwarcie, tworzonym głównie przez olchę, z niewielką domieszką świerka i brzozy brodawkowatej. Bujnie rozrośnięty był podszyt, tworzony głównie przez leszczynę, kruszynę *Frangula alnus* Mill., jarzębinę *Sorbus aucuparia* L., wierzby i podrost olchy. Bardzo bujnie rozwinięte było także runo leśne. Powierzchnię przecinała dolina niewielkiego okresowego ciek. Od zachodu powierzchnia graniczyła z rozległym polem uprawnym bez zadrzewień i zakrzewień. Od północy do powierzchni przylegało ekstensywnie użytkowane pastwisko położone w pobliżu dwóch zagród wsi Jeziorowskie, otoczonych grupami drzew i krzewów, odległych o 100 i 150 m od granicy powierzchni.

**Powierzchnia BM2** – bór mieszany (15,28 ha) – obejmowała w całości oddział leśny 33 leśnictwa Knieja Łuczańska w obrębie Borki Nadleśnictwa Borki. Jej wschodnią granicę stanowiła szeroka zwirowa droga leśna, południową i południowo-zachodnią – rzadko używana droga leśna, a północno-zachodnią – krawędź lasu na pograniczu z polem uprawnym. Powierzchnia obejmowała teren o mozaikowej morenowej rzeźbie, położony na wysokości 151–163 m n.p.m., niejednorodny pod względem występujących tu typów siedlisk i charakteru drzewostanu. Większą jej część, z niezbyt wysokimi garbami terenowymi, zajmowało zbiorowisko leśne o charakterze boru mieszanego *Serratulo-Pinetum* w odmianie ze świerkiem. W drzewostanie w wieku ok. 90 lat, o umiarkowanym zwarcie, zdecydowanie dominował świerk z domieszką dębu szypułkowego i olchy, pojedynczo występowały także brzoza i sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L. Podszyt rozwinięty był w stopniu umiarkowanym, a tworzyły go głównie grab, leszczyna, osika i podrost świerka. W runie występowały gatunki łąkowe z domieszką borowych. Obniżenia pomiędzy garbami morenowymi, o łącznej powierzchni ok. 3 ha, zajmowało zbiorowisko łągu jesionowo-olszowego z drzewostanem w wieku 50–90 lat tworzonym głównie przez

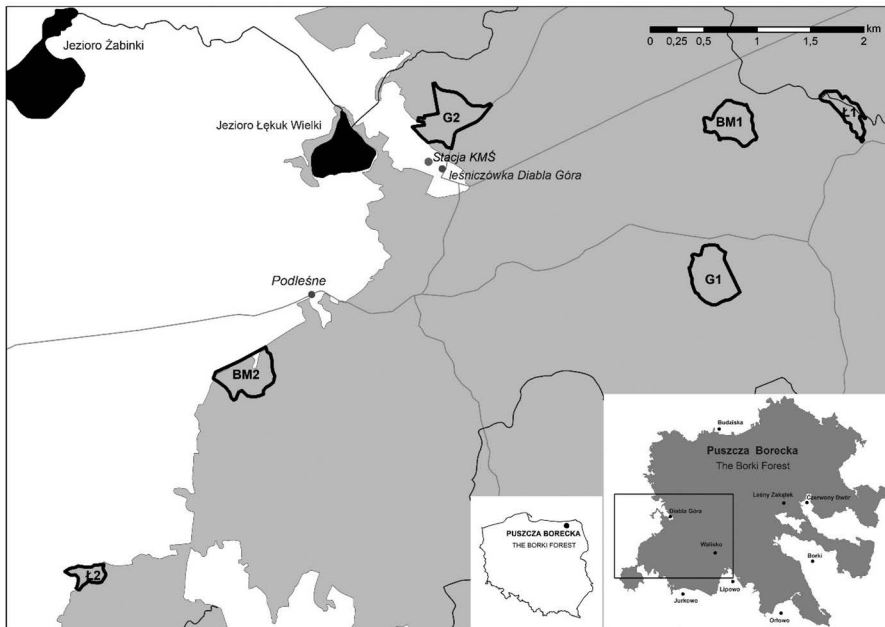
olchę z domieszką świerka oraz pojedyncze brzozy i osiki. W obrębie powierzchni znajdowały się trzy silnie zabagnione zagłębienia, o łącznej powierzchni ok. 2,5 ha porośnięte przez młode drzewa i zbiorowiska krzewiaste z przewagą olchy, brzozy, wierzb i kruszyny. Jedno z tych bagien, położone przy północno-zachodnim skraju powierzchni, stanowi obszar źródliskowy niewielkiego ciek wypływającego z lasu. W 2017 r. w północnej części powierzchni wykonano kilka niewielkich zrębów gniazdowych, które łącznie zajęły ok. 1,7 ha. Od północnego zachodu powierzchnia graniczyła z polem, przeciętym skanalizowanym korytem wspomnianego ciek. W obrębie pola występowały dwa niewielkie skupiska drzew i zakrzewień, zaś wzdłuż ciek rósł wąski pas niskich krzewów. Na skraju pola, w odległości ok. 200 m od skraju powierzchni, znajdowała się pojedyncza zagroda z przydomowymi zadrzewieniami.

Choć powierzchnie badawcze na obrzeżu Puszczy Boreckiej starano się dobrać w taki sposób, aby pod względem wielkości, typu zbiorowiska leśnego, wieku, składu gatunkowego i struktury drzewostanu były one możliwie zbliżone do odpowiadających im powierzchni w głębi lasu, to jednak pod niektórymi względami odpowiednie pary powierzchni różniły się od siebie. Wynikało to przede wszystkim z bardzo urozmaiconej rzeźby i mikrorzeźby terenu w Puszczy Boreckiej, z licznymi wzniesieniami, obniżeniami, bagnistymi zagłębieniami, dolinami cieków i jarami erozyjnymi. Ze zróżnicowaną rzeźbą terenu łączy się mozaikowy układ siedlisk przyrodniczych, co powoduje, że w obrębie dominujących na danej powierzchni fitocenoz znajdują się enklawy innych niż dominujące zbiorowisk leśnych, a w niektórych przypadkach także nieleśnych (mokrałowych i wodnych). Z tych powodów żadna z powierzchni badawczych nie była jednolita pod względem fitosocjologicznym, a mozaika siedlisk na każdej z nich była odmienna. Generalnie, na powierzchniach położonych w strefie brzeżnej zwarcie drzewostanu było nieco większe niż w głębi puszczy, większy był także udział krzewów w podszytce, zwłaszcza w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi lasu.

### 3. Metody

#### 3.1. Metodyka obserwacji ptaków i grupy ekologiczne

Obserwacje ptaków na powierzchniach wyznaczonych na obrzeżu Puszczy Boreckiej prowadzono w latach 2016–2017 w sezonie wiosennym (kwiecień – czerwiec), zgodnie ze standardową kombinowaną odmianą metody kartograficznej (Tomiałojć 1980) zastosowaną podczas badań powierzchni położonych w głębi Puszczy i opisaną przez Rąkowskiego i in. (2016). W publikacji tej określono też kryteria lęgowości oraz kryteria podziału gatunków ptaków na grupy ekologiczne, które zastosowano również w niniejszej pracy. Dla każdej z tych grup obliczono udział procentowy w składzie gatunkowym zgrupowania ptaków lęgowych na poszczególnych powierzchniach badawczych we wnętrzu lasu i na jego obrzeżu (ryc. 4).



**Rycina 1. Rozmieszczenie powierzchni badawczych w Puszczy Boreckiej**  
 Figure 1. Distribution of study plots in the Borki Forest

### 3.2. Metoda waloryzacji ornitologicznej

Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano waloryzacji ornitologicznej zgrupowań ptaków lęgowych na poszczególnych powierzchniach badawczych na podstawie, zaproponowanych przez Kota (2008), następujących wskaźników:

- wskaźnika rangi gatunku ( $R_g$ ),
- wskaźnika bogactwa awifaunistycznego ( $W_b$ ),
- równoważnego wskaźnika bogactwa awifaunistycznego ( $RW_b$ ).

Wskaźnik rangi gatunku  $R_g$  nadano gatunkom ptaków wymienionym w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej, których gniazdowanie (co najmniej 0,5 terytorium lęgowe jednej pary) stwierdzono na powierzchniach badawczych (tab.1). Nie uwzględniono tych, które w granicach kontrolowanych powierzchni miały jedynie terytoria brzeżne (+). Poszczególnym gatunkom przypisano wartości liczbowe od 1 do 20, wg skali zaproponowanej przez Kota (2008). Najwyższe wartości wskaźnika (od 10 do 20) otrzymały gatunki najrzadsze i najcenniejsze, wymienione w „Polskiej czerwonej księdze zwierząt” (Głowaciński 2001), w zależności od stopnia ich zagrożenia. Pozostałym uwzględnionym w zestawieniu gatunkom przypisano wartości współczynnika 5 (stosunkowo mało liczebnym, wymagającym specyficznych siedlisk) lub 1 (stosunkowo licznym, niezagrożonym).

Wskaźnik bogactwa awifaunistycznego  $W_b$  dla każdej z powierzchni badawczych obliczono w celu określenia jej cenności ornitologicznej wg wzoru:

$$W_b = \sum p_n \times R_{g_n}$$

gdzie:

$p_n$  – liczba par lęgowych n-tego gatunku, któremu przypisano wskaźnik rangi gatunku,

$R_{g_n}$  – wartość wskaźnika rangi  $R_g$  przypisana temu gatunkowi.

Równoważny wskaźnik bogactwa awifaunistycznego  $RW_b$  uzyskano, przeliczając wskaźnik  $W_b$  na wyrażoną w  $\text{km}^2$  jednostkę powierzchni.

### 3.3. Analiza statystyczna

Do analizy podobieństwa składu gatunkowego zgrupowań ptaków lęgowych występujących na poszczególnych powierzchniach badawczych wykorzystano współczynnik Sørensenia  $QS$  (Sørensen 1948):

$$QS = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

gdzie:

$a, b$  – liczba gatunków występujących odpowiednio w zgrupowaniach pierwszym i drugim,

$c$  – liczba gatunków wspólnych występujących w obu zgrupowaniach.

Do analizy podobieństwa struktury zgrupowania ptaków zasiedlających poszczególne powierzchnie wykorzystano współczynnik Renkonena  $DR$  (Renkonen 1938):

$$DR = \sum_{i=1}^n \min(p_i; q_i) \times 100$$

gdzie:

$p_i, q_i$  – względna częstość  $i$ -tego gatunku w badanych zgrupowaniach.

Do analizy statystycznej różnic w liczbie gatunków i zagęszczeniu par lęgowych pomiędzy powierzchniami badawczymi zlokalizowanymi w głębi lasu i na jego obrzeżu zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych. Obliczenia wykonano w programie Statistica ver. 10 (StatSoft, Inc 2011).

**Tabela 1. Wykaz gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, których gniazdowanie stwierdzono na objętych badaniami powierzchniach kontrolnych i które uwzględniono przy obliczaniu wskaźnika bogactwa awifaunistycznego (*Wb*)**Table 1. List of bird species from Annex I of the Birds Directive found to nest on controlled plots and taken into account when calculating the avifauna richness index (*Wb*)

Lp. No.	Kod gatunku Species code	Gatunek Species	PCzK/kategoria zagrożenia PRDB/category of threat	Wskaźnik rangi gatunku Rg Species rank index Rg
1.	A241	Dzięcioł trójpalczasty <i>Picoides tridactylus</i>	VU	20
2.	A239	Dzięcioł białogrzbisty <i>Dendrocopos leucotos</i>	NT	15
3.	A217	Sóweczka <i>Glaucidium passerinum</i>	LC	10
4.	A104	Jarząbek <i>Tetrastes bonasia</i>	-	5
5.	A127	Żuraw <i>Grus grus</i>	-	5
6.	A224	Lelek <i>Caprimulgus europaeus</i>	-	5
7.	A238	Dzięcioł średni <i>Dendrocoptes medius</i>	-	5
8.	A321	Muchołówka białoszyja <i>Ficedula albicollis</i>	-	5
9.	A236	Dzięcioł czarny <i>Dryocopus martius</i>	-	1
10.	A246	Lerka <i>Lullula arborea</i>	-	1
11.	A320	Muchołówka mała <i>Ficedula parva</i>	-	1
12.	A338	Gąsiorzek <i>Lanius collurio</i>	-	1

Objaśnienia / Explanations:

PCzK – gatunek umieszczony w „Polskiej czerwonej księdze zwierząt” / species from the Polish Red Data Book of Animals; kategorie zagrożenia / categories of threat: VU – narażony na wyginiecie / vulnerable, NT – bliski zagrożenia / near threatened, LC – gatunek najmniejszej troski / least concern

#### 4. Wyniki

Łącznie na terenie objętym badaniami stwierdzono 97 gatunków, w tym we wnętrzu lasu 73 gatunki, a na jego obrzeżu – 87 (tab. 2–4). 10 gatunków występowało wyłącznie na powierzchniach w głębi lasu, 24 gatunki – wyłącznie na powierzchniach na jego obrzeżu, a 63 gatunki zarejestrowano w obu tych środowiskach.

Na podstawie danych przedstawionych w tabelach 2–4 można wyodrębnić gatunki preferujące obrzeże lasu bądź jego wnętrze oraz gatunki niewykazujące wyraźnych preferencji pod tym względem. Z poniższych rozważań wyłączone zostały gatunki o rozległych arealach, znacznie większych niż powierzchnie badawcze, czyli wszystkie ptaki drapieżne i bocian czarny, ich związek z badanymi powierzchniami jest bowiem bardzo luźny. Z analiz wyłączono także wszystkie pozostałe gatunki, których obecność w obrębie powierzchni ograniczała się jedynie do terytoriów brzeżnych, a także (bardzo zresztą nieliczne) ptaki wodne i wodno-błotne, gdyż ich występowanie w lesie było uzależnione od obecności siedlisk nieleśnych, czyli zbiorników wodnych i mokradel, i nie miało związku z odległością od brzegu lasu. W ten sposób z ogólnej liczby stwierdzonych 97 gatunków wyłączono 19, które spełniały jedno z powyższych kryteriów. Pozostałe 78 gatunków można podzielić na 3 grupy: (1) preferujące wnętrze lasu, (2) znacznie liczniejsze na jego obrzeżu (3) niewykazujące wyraźnych preferencji pod tym względem.

Do ptaków znacznie liczniej występujących w głębi lasu niż na jego obrzeżach należało 12 gatunków, w tym: mysikrólik *Regulus regulus* L., strzyżyk *Troglodytes troglodytes* L., pełzacz leśny *Certhia familiaris* L., muchołówka żałobna *Ficedula hypoleuca* Pallas, muchołówka mała *F. parva* Bechst., muchołówka białoszyja *F. albicollis* Temm., czarnogłówka *Poecile montanus* Con., dzięcioł białogrzbisty *Dendrocopos leucotos* Bechst. i orzechówka *Nucifraga caryocatactes* L. oraz dzięcioł trójpalczasty *Picoides tridactylus* L., lelek *Caprimulgus europaeus* L. i wójcik *Phylloscopus trochiloides* Sund., które w ogóle nie występowały w strefie brzeżnej.

Wśród 29 gatunków, które preferowały obrzeże lasu, można wyróżnić dwie grupy. Pierwsza z nich to gatunki leśne lub często lęgające się w lasach, ale wykazujące stosunkowo małą wybiórczość siedliskową i mogące gniazdować w różnego typu zadrzewieniach, także poza lasem. Należy do nich przed wszystkim szpak *Sturnus vulgaris* L., który w ogóle nie występował we wnętrzu lasu, a na powierzchniach brzeżnych znalazł się w grupie dominantów, osiągając na powierzchni 12 bardzo wysokie średnie zagęszczenie 13,5 pary/10 ha. Do gatunków, które występowały we wnętrzu lasu, ale na powierzchniach brzeżnych osiągały większą liczebność należały także bogatka *Parus major* L., kapturka *Sylvia atricapilla* L., świstunka *Phylloscopus sibilatrix* Bechst., piecuszek *Phylloscopus trochilus* L., pierwiosnek *Phylloscopus collybita* Vieill., świergotek drzewny *Anthus trivialis* L., cierniówka

**Tabela 2. Zgrupowanie ptaków lęgowych w grądzie we wnętrzu lasu (powierzchnia G1, lata 2012–2014) i na jego obrzeżu (powierzchnia G2, lata 2016–2018)**

Table 2. The breeding bird assemblage on oak-hornbeam forest stands situated in the forest interior (plot G1, years 2012–2014) and on the forest edge (plot G2, years 2016–2018)

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia G1 (16,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, G1 plot (16,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia G2 (18,43 ha), lata 2016–2018 Forest edge, G2 plot (18,43 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
1.	<i>Fringilla coelebs</i> <sup>ab</sup>	L	26,0	24,0	24,0	15,4	19,2	24,0	25,0	25,0	13,4	15,2
2.	<i>Erithacus rubecula</i> <sup>ab</sup>	L	11,5	8,5	10,5	6,4	8,0	11,0	11,5	10,5	6,0	6,8
3.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> <sup>ab</sup>	L	10,0	10,0	9,0	6,0	7,5	9,0	10,0	9,0	5,1	5,7
4.	<i>Parus major</i> <sup>ab</sup>	L	8,0	7,5	7,5	4,8	6,0	11,0	10,5	11,0	5,9	6,6
5.	<i>Sylvia atricapilla</i> <sup>a</sup>	L	10,0	8,5	6,0	5,1	6,4	7,0	7,0	7,0	3,8	4,3
6.	<i>Turdus philomelos</i> <sup>b</sup>	L	6,0	6,0	5,5	3,7	4,6	8,0	8,5	8,0	4,4	5,0
7.	<i>Cyanistes caeruleus</i>	L	6,0	6,0	5,5	3,7	4,6	7,0	7,0	8,0	4,0	4,5
8.	<i>Turdus merula</i>	L	3,5	4,0	4,5	2,5	3,1	8,0	7,0	7,0	4,0	4,5
9.	<i>Troglodytes troglodytes</i>	L	4,5	6,5	5,5	3,4	4,2	5,0	5,0	4,5	2,6	3,0
10.	<i>Sitta europaea</i>	L	4,0	4,0	4,0	2,5	3,1	7,0	6,0	6,0	3,5	3,9
11.	<i>Ficedula hypoleuca</i>	L	3,0	4,5	4,5	2,5	3,1	4,0	3,0	2,0	1,6	1,8
12.	<i>Certhia familiaris</i>	L	3,0	4,5	4,0	2,4	3,0	3,0	3,5	4,0	1,9	2,1
13.	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	LN	3,5	3,0	1,0	1,6	2,0	4,0	5,0	9,0	3,3	3,7
14.	<i>Phylloscopus collybita</i>	L	2,0	3,5	1,5	1,5	1,9	6,0	7,0	6,0	3,5	3,9
15.	<i>Regulus regulus</i>	LN	4,0	3,0	3,0	2,1	2,6	3,0	2,5	2,0	1,4	1,5
16.	<i>Poecile palustris</i>	L	3,0	2,5	3,0	1,8	2,2	4,0	4,0	5,0	2,4	2,7
17.	<i>Dendrocopos major</i>	L	3,0	2,0	3,0	1,7	2,1	3,0	3,0	3,5	1,7	1,9
18.	<b><i>Ficedula parva</i></b>	LN	2,0	2,0	2,5	1,4	1,7	2,0	1,5	2,0	1,0	1,1
19.	<i>Columba palumbus</i>	L	2,0	1,0	1,5	0,9	1,1	3,0	3,0	3,0	1,6	1,8
20.	<i>Prunella modularis</i>	LN	1,0	1,0	2,0	0,8	1,0	2,0	1,0	2,0	0,9	1,0
21.	<i>Muscicapa striata</i>	L	2,0	2,0	2,0	1,3	1,6	4,0	5,0	4,0	2,4	2,7
22.	<b><i>Dendrocoptes medius</i></b>	LN	1,5	1,5	1,0	0,8	1,0	2,0	2,0	1,0	0,9	1,0
23.	<i>Phylloscopus trochilus</i>	L	2,0	1,0	2,0	1,1	1,4	2,0	2,0	2,0	1,1	1,2
24.	<i>Regulus ignicapillus</i>	L	2,5	1,0	1,5	1,0	1,2	2,0	3,0	3,0	1,4	1,6

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia G1 (16,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, G1 plot (16,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia G2 (18,43 ha), lata 2016–2018 Forest edge, G2 plot (18,43 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
25.	<i>Sylvia borin</i>	L	1,0	1,0	0,5	0,5	0,6	1,0	0,5	2,0	0,6	0,7
26.	<i>Garrulus glandarius</i>	L	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
27.	<b><i>Dryocopus martius</i></b>	LN	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
28.	<i>Strix aluco</i>	L	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
29.	<i>Anthus trivialis</i>	EN	1,0	0,5	-	0,3	0,4	1,0	-	+	0,2	0,2
30.	<i>Sylvia communis</i>	EN	-	-	0,5	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
31.	<i>Periparus ater</i>	LN	-	-	0,5	0,1	0,1	1,0	+	+	0,2	0,2
32.	<b><i>Ficedula albicollis</i></b>	LN	2,0	2,0	3,0	1,5	1,9	1,0	-	-	0,2	0,2
33.	<b><i>Grus grus</i></b>	L	+	+	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
34.	<i>Buteo buteo</i>	L	+	+	1,0	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
35.	<i>Columba oenas</i>	LN	-	0,5	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
36.	<i>Oriolus oriolus</i>	L	+	1,0	1,0	0,4	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
37.	<i>Turdus viscivorus</i>	L	-	1,0	+	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
38.	<i>Poecile montanus</i>	L	1,0	1,5	1,0	0,7	0,9	-	-	-		
39.	<i>Dendrocopos minor</i>	L	-	0,5	0,5	0,2	0,2	-	-	-		
40.	<b><i>Dendrocopos leucotos</i></b>	LN	1,0	0,5	0,5	0,4	0,5	-	-	-		
41.	<i>Tringa ochropus</i>	L	-	0,5	-	0,1	0,1	-	-	-		
42.	<b><i>Caprimulgus europaeus</i></b>	L	0,5	-	-	0,1	0,1	-	-	-		
43.	<b><i>Tetrastes bonasia</i></b>	LN	-	+	-			1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
44.	<i>Corvus corax</i>	EN	+	+	+			0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
45.	<i>Streptopelia turtur</i>	L	-	-	-			+	0,5	0,5	0,3	0,2
46.	<i>Cuculus canorus</i>	EN	+	+	+			0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
47.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	L	-	-	-			1,0	0,5	0,5	0,4	0,4
48.	<i>Scolopax rusticola</i>	LN	-	+	+			-	0,5	0,5	0,2	0,2
49.	<i>Hippolais icterina</i>	EN	-	+	-			2,0	1,0	1,0	0,7	0,8
50.	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	LN	-	-	+			1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
51.	<i>Chloris chloris</i>	EN	-	-	-			1,0	1,0	1,0	0,5	0,6
52.	<i>Carduelis carduelis</i>	EN	-	-	-			0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
53.	<i>Sturnus vulgaris</i>	EN	-	-	-			1,0	2,0	1,0	0,7	0,8

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia G1 (16,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, G1 plot (16,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia G2 (18,43 ha), lata 2016–2018 Forest edge, G2 plot (18,43 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
54.	<i>Certhia brachydactyla</i>	L	-	-	-			1,0	1,0	+	0,3	0,4
55.	<i>Emberiza citrinella</i>	EN	-	+	+			2,0	1,0	+	0,5	0,6
56.	<i>Lophophanes cristatus</i>	LN	-	-	-			-	0,5	+	0,1	0,1
57.	<i>Spinus spinus</i>	LN	+	-	-			-	1,0	-	0,2	0,2
58.	<i>Accipiter nisus</i>	L	-	-	-			+	+	+		
59.	<i>Ciconia nigra</i>	LN	-	+	+			+	+	+		
60.	<i>Turdus pilaris</i>	EN	-	-	-			-	+	+		
61.	<i>Gallinago gallinago</i>	EN	+	+	-			-	-	-		
62.	<i>Clanga pomarina</i>	LN	+	+	-			-	+	+		
63.	<i>Anas platyrhynchos</i>	EN	+	+	-			-	-	-		
64.	<i>Aegolius funereus</i>	LN	-	-	+			-	-	-		
65.	<i>Jynx torquilla</i>	L	-	-	-			+	+	+		
66.	<i>Picus canus</i>	EN	-	-	-			+	-	-		
67.	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	LN	-	-	-			+	-	-		
68.	<i>Haliaeetus albicilla</i>	LN	-	-	-			-	+	+		
69.	<i>Pandion hillaetus</i>	EN	-	-	-			+	-	-		
<b>Liczba par</b> Number of pairs			132,0	128,0	125,5	80,3		163,5	163,0	161,5	88,23	
<b>Liczba gatunków</b> Number of species			42,0	49,0	46,0			55,0	56,0	56,0		
<b>Średnio liczba gatunków</b> Mean number of species				47,5						55,67		
<b>Łącznie liczba gatunków</b> Total number of species				55						61		

**Objaśnienia / Explanations:**

Z – zagęszczenie par lęgowych / density of breeding pairs; D – dominacja / dominance; + – gatunek lęgowy, mniej niż 0,5 terytorium w obrębie powierzchni / breeding species, less than 0,5 territory within the plot; - - gatunek niestwierdzony w danym roku / species not found in a given year; LN – gatunek związany z lasami o charakterze naturalnymi / natural forest species; L – inny gatunek leśny / other forest species; EN – gatunek ekotonowy lub nieleśny / ecotone or non-forest species; <sup>a</sup>gatunek dominujący na powierzchniach w głębi lasu / dominant species on plots in the forest interior; <sup>b</sup>gatunek dominujący na powierzchniach na obrzeżu lasu / dominant species on plots at the forest edge; \*pogrubieniem oznaczono gatunki cenne, uwzględnione przy obliczaniu wskaźnika bogactwa awifaunistycznego / bold marks valuable species taken into account when calculating the avifauna richness index



**Tabela 3. Zgrupowanie ptaków lęgowych w lęgu we wnętrzu lasu (powierzchnia Ł1, lata 2012–2014) i na jego obrzeżu (powierzchnia Ł2, lata 2016–2018)**

Table 3. The breeding bird assemblage on oak-hornbeam forest stands situated in the forest interior (plot Ł1, years 2012–2014) and on the forest edge (plot Ł2, years 2016–2018)

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia Ł1 (6,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, Ł1 plot (6,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia Ł2 (6,40 ha), lata 2016–2018 Forest edge, Ł2 plot (6,40 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
1.	<i>Fringilla coelebs</i> <sup>ab</sup>	L	13,0	12,0	12,5	20,8	16,5	12,0	10,5	11,0	17,5	10,3
2.	<i>Erithacus rubecula</i> <sup>ab</sup>	L	5,5	6,0	5	9,2	7,3	5,0	5,0	5,0	7,8	4,6
3.	<i>Sylvia atricapilla</i> <sup>b</sup>	L	3,5	4,0	3,5	6,1	4,8	9,0	9,0	8,0	13,6	8,0
4.	<i>Cyanistes caeruleus</i> <sup>a</sup>	L	4,0	4,0	4,0	6,7	5,3	4,0	4,0	4,0	6,3	3,7
5.	<i>Turdus philomelos</i> <sup>a</sup>	L	4,0	4,0	3,5	6,4	5,1	3,0	3,0	3,0	4,7	2,8
6.	<i>Parus major</i>	L	3,5	4,0	3,5	6,1	4,8	5,0	5,5	5,0	8,1	4,7
7.	<i>Ficedula hypoleuca</i>	L	2,5	3,0	3	4,7	3,7	2,0	2,0	1,0	2,6	1,5
8.	<i>Troglodytes troglodytes</i>	L	3,0	3,5	3,5	5,6	4,4	4,0	4,0	3,0	5,8	3,4
9.	<i>Certhia familiaris</i>	L	2,5	3,0	4,0	5,3	4,2	1,0	2	2,5	2,9	1,7
10.	<i>Turdus merula</i>	L	2,5	2,5	2,5	4,2	3,3	4,0	4,0	4,0	6,3	3,7
11.	<i>Phylloscopus collybita</i>	L	2,0	2,5	2,0	3,6	2,9	4,0	4,0	4,0	6,3	3,7
12.	<i>Regulus regulus</i>	LN	3,5	2,0	3,0	4,7	3,7	2,0	2,0	2,0	3,1	1,8
13.	<i>Sitta europaea</i>	L	3,5	3,0	3,0	5,2	4,2	1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
14.	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	LN	2,5	0,5	+	1,7	1,3	1,0	2,0	1,0	2,1	1,2
15.	<i>Dendrocopos major</i>	L	1,0	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	3,1	1,8
16.	<i>Dendrocopos minor</i>	L	+	0,5	-	0,3	0,2	0,5	0,5	+	0,5	0,3
17.	<i>Prunella modularis</i>	LN	1,0	2,0	1,0	2,2	1,8	1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
18.	<i>Poecile montanus</i>	L	1,0	1,0	0,5	1,4	1,1	-	+	-		
19.	<i>Ficedula albicollis</i>	LN	2,0	2,5	3,5	4,4	3,5	1,0	-	-	0,5	0,3
20.	<i>Dendrocoptes medius</i>	LN	1,0	1,0	0,5	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
21.	<i>Columba palumbus</i>	L	1,0	1,0	1,0	1,7	1,3	1,0	1,0	1,5	1,8	1,1
22.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	L	2,5	2,0	2,0	3,6	2,9	2,0	2,5	2,5	3,6	2,1
23.	<i>Tringa ochropus</i>	L	1,0	1,0	1,0	1,7	1,3	1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
24.	<i>Strix aluco</i>	L	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	+	1,0	1,0	1,1	0,6
25.	<i>Muscicapa striata</i>	L	2,5	3,0	2,5	4,4	3,5	2,0	2,0	2,0	3,1	1,8
26.	<i>Phylloscopus trochilus</i>	L	1,5	2,0	1,0	2,5	2,0	4,0	3,0	3,0	5,2	3,1

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia Ł1 (6,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, Ł1 plot (6,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia Ł2 (6,40 ha), lata 2016–2018 Forest edge, Ł2 plot (6,40 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
27.	<i>Poecile palustris</i>	L	1,5	1,5	1,0	2,2	1,8	2,0	2,0	2,0	3,1	1,8
28.	<i>Regulus ignicapillus</i>	L	1,0	0,5	1,5	1,7	1,3	-	1,0	2,0	1,6	0,9
29.	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	LN	-	0,5	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
30.	<i>Aegithalos caudatus</i>	L	-	0,5	0,5	0,6	0,4	+	0,5	0,5	0,5	0,3
31.	<i>Garrulus glandarius</i>	L	+	0,5	+	0,3	0,2	1,0	+	1,0	1,1	0,6
32.	<i>Anas platyrhynchos</i>	EN	1,0	+	1,0	1,1	0,9	-	1,0	1,0	1,1	0,6
33.	<i>Dendrocopos leucotos</i>	LN	+	0,5	1,0	0,8	0,7	-	-	-		
34.	<i>Certhia brachydactyla</i>	L	-	-	0,5	0,3	0,2	1,0	1,0	-	1,1	0,6
35.	<i>Ficedula parva</i>	LN	0,5	+	+	0,3	0,2	-	-	-		
36.	<i>Periparus ater</i>	LN	0,5	+	+	0,3	0,2	-	+	-		
37.	<i>Columba oenas</i>	LN	+	+	0,5	0,3	0,2	-	-	-		
38.	<i>Bucephala clangula</i>	L	+	+	0,5	0,3	0,2	-	-	-		
39.	<i>Phylloscopus trochiloides</i>	L	-	-	0,5	0,3	0,2	-	-	-		
40.	<i>Sylvia borin</i>	L	-	+	+			2,0	1,0	2,0	2,6	1,5
41.	<i>Grus grus</i>	L	+	+	+			0,5	0,5	0,5	0,8	0,5
42.	<i>Buteo buteo</i>	L	+	-	-			0,5	0,5	0,5	0,8	0,5
43.	<i>Scolopax rusticola</i>	LN	+	+	+			0,5	0,5	0,5	0,8	0,5
44.	<i>Oriolus oriolus</i>	L	-	+	-			1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
45.	<i>Sturnus vulgaris</i> <sup>b</sup>	EN	-	-	-			5,0	11,0	10,0	13,5	7,9
46.	<i>Emberiza citrinella</i>	EN	-	-	-			4,0	4,0	4,0	6,3	3,7
47.	<i>Hippolais icterina</i>	EN	-	-	-			3,0	3,0	2,0	4,2	2,5
48.	<i>Acrocephalus palustris</i>	EN	-	-	-			2,0	1,0	1,0	2,1	1,2
49.	<i>Chloris chloris</i>	EN	-	-	-			1,0	1,0	2,0	2,1	1,2
50.	<i>Anthus trivialis</i>	L	-	-	-			1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
51.	<i>Turdus pilaris</i>	EN	-	-	-			1,0	1,0	1,0	1,6	0,9
52.	<i>Sylvia communis</i>	EN	-	-	-			1,0	3,0	3,0	3,7	2,1
53.	<i>Linaria cannabina</i>	EN	-	-	-			-	0,5	+	0,3	0,2
54.	<i>Carduelis carduelis</i>	EN	-	-	-			-	1,0	0,5	0,8	0,5

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia Ł1 (6,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, Ł1 plot (6,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia Ł2 (6,40 ha), lata 2016–2018 Forest edge, Ł2 plot (6,40 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
55.	<i>Saxicola rubetra</i>	EN	-	-	-			-	0,5	-	0,3	0,2
56.	<i>Lullula arborea</i>	EN	-	-	-			-	1,0	1,0	1,1	0,6
57.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	L	-	-	-			-	-	1,0	0,5	0,3
58.	<i>Tetrastes bonasia</i>	LN	+	-	-			1,0	-	+	0,5	0,3
59.	<i>Emberiza hortulana</i>	EN	-	-	-			1,0	+	-	0,5	0,3
60.	<i>Spinus spinus</i>	LN	+	-	-			-	1,0	-	0,5	0,3
61.	<i>Turdus viscivorus</i>	L	+	+	+			-	+	1,0	0,5	0,3
62.	<i>Upupa epops</i>	EN	-	-	-			1,0	-	-	0,5	0,3
63.	<i>Locustella fluviatilis</i>	EN	-	-	-			-	-	1,0	0,5	0,3
64.	<i>Streptopelia decaoto</i>	EN	-	-	-			0,5	-	-	0,3	0,2
65.	<i>Phoenicurus ochruros</i>	EN	-	-	-			0,5	-	+	0,3	0,2
66.	<i>Asio otus</i>	L	-	-	-			0,5	-	-	0,3	0,2
67.	<i>Accipiter nisus</i>	EN	-	-	+			+	+	+		
68.	<i>Lophophanes cristatus</i>	LN	-	-	-			-	-	+		
69.	<i>Lanius collurio</i>	EN	-	-	-			-	+	+		
70.	<i>Loxia curvirostra</i>	LN	-	-	-			-	+	-		
71.	<i>Ciconia nigra</i>	LN	-	-	-			+	+	+		
72.	<i>Clanga pomarina</i>	LN	+	+	-			-	-	-		
73.	<i>Cuculus canorus</i>	EN	+	+	+			+	+	+		
74.	<i>Corvus corax</i>	EN	+	+	+			+	+	+		
75.	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	LN	-	+	+			-	-	-		
76.	<i>Dryocopus martius</i>	LN	+	+	+			+	+	+		
77.	<i>Picoides tridactylus</i>	LN	-	+	+			-	-	-		
78.	<i>Motacilla alba</i>	EN	-	+	-			+	-	-		
79.	<i>Gallinago gallinago</i>	EN	-	+	-			-	-	-		
80.	<i>Turdus iliacus</i>	L	-	+	-			-	-	-		
81.	<i>Haliaeetus albicilla</i>	LN	-	-	-			+	+	-		
82.	<i>Circus aeruginosus</i>	EN	-	-	-			+	+	+		
83.	<i>Milvus migrans</i>	EN	-	-	-			+	-	-		

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia Ł1 (6,00 ha), lata 2012–2014 Forest interior, Ł1 plot (6,00 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia Ł2 (6,40 ha), lata 2016–2018 Forest edge, Ł2 plot (6,40 ha) years 2016–2018						
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean			
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)		
84.	<i>Glaucidium passerinum</i>	LN	+	-	-				-	-	-			
85.	<i>Mergus merganser</i>	EN	+	-	-				-	-	-			
<b>Liczba par</b> Number of pairs			75,0	76,0	76,5	126,4			105,0	112,0	110,0	171,1		
<b>Liczba gatunków</b> Number of species			47,0	51,0	48,0				58,0	62,0	59,0			
<b>Średnio liczba gatunków</b> Mean number of species				48,7							59,7			
<b>Łącznie liczba gatunków</b> Total number of species				59,0							73,0			

Objaśnienia – patrz Tabela 2 / For explanations see Table 2.

*Sylvia communis* Lath., kos *Turdus merula* L. i wilga *Oriolus oriolus* L., natomiast kwiczoł *Turdus pilaris* L., lerka *Lullula arborea* L., uszatka *Asio otus* L. i krętogłów *Jynx torquilla* L. w ogóle nie występowały we wnętrzu lasu.

Druga grupa gatunków, która występowała na obrzeżu lasu, a była zupełnie nieobecna w jego wnętrzu, to ptaki zasadniczo nieleśne, związane z terenami otwartymi i/lub zakrzewionymi oraz synantropijne: dudek *Upupa epops* L., ortolan *Emberiza hortulana* L., dzwonec *Chloris chloris* L., makolągwa *Linaria cannabina* L., szczygieł *Carduelis carduelis* L., pokląskwa *Saxicola rubetra* L., łożówka *Acrocephalus palustris* Bechst., strumieniówka *Locustella fluviatilis* Wolf, słowik szary *Luscinia luscinia* L., sierpówka *Streptopelia decaocto* Friv., białorzzytka *Oenanthe oenanthe* L. i kopciuszek *Phoenicurus ochruros* Gmel. Dodać do nich należy zaganiacza *Hippolais icterina* Vieill., trznadla *Emberiza citrinella* L., pliszkę siwą *Motacilla alba* L. i gąsiorka *Lanius collurio* L., które tylko okazjonalnie były obserwowane we wnętrzu lasu.

W grupie 37 gatunków niewykazujących określonych preferencji można wyróżnić te, których zagęszczenia faktycznie były zbliżone we wnętrzu lasu i na jego obrzeżach: zięba *Fringilla coelebs* L., ruzdzik *Erithacus rubecula* L., grubodziób *Coccothraustes coccothraustes* L., modraszka *Cyanistes caeruleus* L., dzięcioł duży *Dendrocopos major* L., dzięcioł średni *Dendrocopos medius* L. i puszczyk *Strix aluco* L. Są to głównie związani z lasem generaliści, a jedynym wyspe-

cializowanym gatunkiem leśnym, charakterystycznym dla lasów naturalnych jest dzięcioł średni. Pozostałych gatunków z tej grupy, w związku z wahaniami ich zagęszczeń bądź niewielką liczebnością, nie da się w kontekście otrzymanych wyników jednoznacznie zakwalifikować pod względem preferencji wnętrza lasu bądź jego obrzeża. Są wśród nich cztery gatunki z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej: sóweczka *Glaucidium passerinum* L., dzięcioł czarny *Dryocopus martius* L., jarząbek *Tetrastes bonasia* L. i żuraw *Grus grus* L.

Oprócz różnic w składzie gatunkowym zanotowano również różnice w strukturze zgrupowań ptaków zasiedlających wnętrza i obrzeże lasu. Na wszystkich badanych powierzchniach gatunkiem dominującym była zięba. Do grupy dominantów, tworzących co najmniej 5% populacji lęgowej, na większości powierzchni należały także ruzdzik (z wyjątkiem powierzchni Ł2) i kapturka (z wyjątkiem powierzchni G2 i Ł1). Poza wymienionymi gatunkami dominantami były również w grądzie: bogatka i grubodziób (na powierzchniach G1 i G2) oraz śpiewak *Turdus philomelos* Brehm i szpak (tylko na powierzchni G2), w łągu: modraszka (tylko na powierzchni Ł1) i śpiewak (tylko na powierzchni Ł1), a w borze mieszanym: mysikrólik (tylko na powierzchni BM1) oraz świstunka i kos (tylko na powierzchni BM2).

Wartości wskaźnika bogactwa awifaunistycznego (*Wb*) oraz równoważnego wskaźnika bogactwa awifaunistycznego (*RWb*) były wypadkową liczebności ptaków lęgowych na

**Tabela 4. Zgrupowanie ptaków lęgowych w borze mieszanym we wnętrzu lasu (powierzchnia BM1, lata 2012–2014) i na jego obrzeżu (powierzchnia BM2, lata 2016–2018)**

Table 4. The breeding bird assemblage on mixed forest stands situated in the forest interior (plot BM1, years 2012–2014) and on the forest edge (plot BM2, years 2016–2018)

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia BM1 (14,50 ha), lata 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia BM2 (15,28 ha), lata 2016–2018				
			Forest interior, BM1 plot (14,50 ha) years 2012–2014			Forest edge, BM2 plot (15,28 ha) years 2016–2018		Forest interior, BM1 plot (14,50 ha) years 2012–2014			Forest edge, BM2 plot (15,28 ha) years 2016–2018	
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
1.	<i>Fringilla coelebs</i> <sup>ab</sup>	L	22,5	19,0	20,5	14,3	17,0	27,0	28,0	28,0	18,1	13,8
2.	<i>Erithacus rubecula</i> <sup>ab</sup>	L	11,0	10,5	9,5	7,1	8,5	13,0	13,0	12,0	8,3	6,3
3.	<i>Sylvia atricapilla</i> <sup>ab</sup>	L	8,5	7,0	7,5	5,3	6,3	13,0	12,0	11,0	7,9	6,0
4.	<i>Regulus regulus</i> <sup>a</sup>	LN	7,5	6,0	8,0	4,9	5,8	4,0	5,0	5,0	3,1	2,3
5.	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> <sup>b</sup>	LN	4,5	4,5	4,0	3,0	3,6	20,0	8,0	8,0	7,8	5,9
6.	<i>Parus major</i> <sup>a</sup>	L	6,0	7,0	6,0	4,3	5,1	9,0	9,0	10,0	6,1	4,7
7.	<i>Turdus merula</i> <sup>b</sup>	L	3,5	3,5	4,0	2,5	3,0	11,0	11,0	10,0	7,0	5,3
8.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	L	3,5	4,0	4,5	2,8	3,3	8,0	8,0	7,0	5,0	3,8
9.	<i>Cyanistes caeruleus</i>	L	4,5	4,5	5,0	3,2	3,8	6,0	6,0	6,0	3,9	3,0
10.	<i>Phylloscopus collybita</i>	L	2,5	2,5	3,5	2,0	1,8	9,0	8,0	8,0	5,4	4,2
11.	<i>Troglodytes troglodytes</i>	L	6,0	5,0	3,0	3,2	3,8	7,0	7,0	6,0	4,4	3,3
12.	<i>Turdus philomelos</i>	L	4,5	4,5	4,5	3,1	3,7	8,0	8,0	7,0	5,0	3,8
13.	<i>Certhia familiaris</i>	L	3,0	4,5	5,0	2,9	3,5	6,0	6,0	7,0	4,1	3,2
14.	<i>Sitta europaea</i>	L	3,5	3,0	3,0	2,2	2,6	5,0	5,0	5,0	3,3	2,5
15.	<i>Poecile palustris</i>	L	3,0	3,0	3,0	2,1	2,5	4,0	4,0	3,0	2,4	1,8
16.	<i>Phylloscopus trochilus</i>	L	3,0	3,0	2,0	1,8	2,1	3,0	3,0	4,0	2,2	1,7
17.	<i>Dendrocopos major</i>	L	2,0	2,5	3,0	1,7	2,0	4,0	4,5	4,0	2,7	2,1
18.	<i>Regulus ignicapillus</i>	L	2,5	2,0	2,0	1,5	1,8	3,0	4,0	3,0	2,2	1,6
19.	<i>Muscicapa striata</i>	L	2,0	2,0	2,0	1,4	1,7	3,0	3,0	4,0	2,2	1,7
20.	<i>Prunella modularis</i>	LN	1,5	2,0	1,5	1,1	1,3	3,0	3,0	3,0	2,0	1,5
21.	<i>Ficedula hypoleuca</i>	L	2,5	2,5	1,0	1,4	1,7	3,0	2,0	2,0	1,5	1,1
22.	<i>Poecile montanus</i>	L	2,0	2,0	2,0	1,4	1,7	2,0	1,0	-	0,7	0,5
23.	<b><i>Ficedula parva</i></b>	LN	1,0	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	2,0	2,0	1,1	0,8
24.	<i>Columba palumbus</i>	L	1,5	1,0	1,0	0,8	1,0	2,0	2,0	2,0	1,3	1,0
25.	<i>Periparus ater</i>	LN	1,0	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,5	0,6	0,4
26.	<i>Strix aluco</i>	L	0,5	1,0	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
27.	<b><i>Dendrocoptes medius</i></b>	LN	1,5	1,5	1,0	0,9	1,1	2	2,0	1,0	1,1	0,8

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia BM1 (14,50 ha), lata 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia BM2 (15,28 ha), lata 2016–2018				
			Forest interior, BM1 plot (14,50 ha) years 2012–2014					Forest edge, BM2 plot (15,28 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)			
28.	<i>Ficedula albicollis</i>	LN	2,5	3,0	2,0	1,7	2,0	1,0	-	-	0,2	0,2
29.	<i>Garrulus glandarius</i>	L	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
30.	<i>Dryocopus martius</i>	LN	1,0	1,0	0,5	0,6	0,7	+	0,5	0,5	0,2	0,2
31.	<i>Grus grus</i>	L	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
32.	<i>Tringa ochropus</i>	L	1,0	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
33.	<i>Sylvia borin</i>	L	1,5	1,5	0,5	0,8	0,8	1,0	-	1,0	0,5	0,3
34.	<i>Turdus viscivorus</i>	L	0,5	1,0	0,5	0,5	0,6	1,0	2,0	1,5	1,0	0,8
35.	<i>Tetrastes bonasia</i>	LN	1,0	+	1,0	0,5	0,6	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
36.	<i>Scolopax rusticola</i>	LN	0,5	+	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
37.	<i>Oriolus oriolus</i>	L	-	0,5	0,5	0,2	0,2	2,0	2,0	2,0	1,3	1,0
38.	<i>Columba oenas</i>	LN	-	0,5	0,5	0,2	0,2	0,5	+	0,5	0,2	0,2
39.	<i>Sylvia communis</i>	EN	0,5	+	0,5	0,2	0,2	1,0	2,0	1,0	0,9	0,7
40.	<i>Lophophanes cristatus</i>	LN	1,0	-	-	0,2	0,2	1,0	-	1,0	0,5	0,3
41.	<i>Anthus trivialis</i>	L	0,5	+	+	0,1	0,1	1,0	0,5	1,0	0,6	0,4
42.	<i>Dendrocopos minor</i>	L	-	+	1,0	0,2	0,2	1,0	+	1,0	0,5	0,3
43.	<i>Spinus spinus</i>	EN	0,5	-	+	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
44.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	L	0,5	-	+	0,1	0,1	0,5	+	1,0	0,3	0,2
45.	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	LN	-	-	0,5	0,1	0,1	-	-	-		
46.	<i>Picoides tridactylus</i>	LN	-	0,5	+	0,1	0,1	-	-	-		
47.	<i>Streptopelia turtur</i>	L	+	-	-			1,0	1,0	1,0	0,7	0,5
48.	<i>Aegithalos caudatus</i>	L	+	+	+			0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
49.	<i>Emberiza citrinella</i>	EN	-	+	+			1,0	2,0	3,0	1,3	1,0
50.	<i>Hippolais icterina</i>	EN	-	-	+			4,0	2,0	2,0	1,7	1,3
51.	<i>Anas platyrhynchos</i>	EN	-	-	+			2,0	1,0	1,0	0,9	0,7
52.	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	LN	-	-	-			1,0	2,0	2,0	1,1	0,8
53.	<i>Sturnus vulgaris</i>	EN	-	-	-			4,0	3,0	3,0	2,2	1,6
54.	<i>Certhia brachydactyla</i>	L	-	-	-			2,0	1,0	+	0,7	0,5
55.	<i>Motacilla alba</i>	EN	-	-	-			-	0,5	0,5	0,2	0,2
56.	<i>Lullula arborea</i>	EN	-	-	-			-	1,0	1,0	0,5	0,3
57.	<i>Acrocephalus palustris</i>	EN	-	-	-			-	1,0	1,0	0,5	0,3

Lp. No.	Gatunek* Species	Grupa ekolo- giczna Ecologi- cal group	Wnętrze lasu, powierzchnia BM1 (14,50 ha), lata 2012–2014 Forest interior, BM1 plot (14,50 ha) years 2012–2014					Obrzeże lasu, powierzchnia BM2 (15,28 ha), lata 2016–2018 Forest edge, BM2 plot (15,28 ha) years 2016–2018				
			liczba par number of pairs			średnio mean		liczba par number of pairs			średnio mean	
			2012	2013	2014	Z (p/10 ha)	D (%)	2016	2017	2018	Z (p/10 ha)	D (%)
58.	<i>Chloris chloris</i>	EN	-	-	-			-	1,0	1,0	0,5	0,3
59.	<i>Carduelis carduelis</i>	EN	-	-	-			-	0,5	0,5	0,2	0,2
60.	<i>Oenanthe oenanthe</i>	EN	-	-	-			-	0,5	0,5	0,2	0,2
61.	<i>Jynx torquilla</i>	L	-	-	-			-	1,0	-	0,2	0,2
62.	<i>Falco subbuteo</i>	EN	-	-	-			-	-	1,0	0,2	0,2
63.	<i>Lanius collurio</i>	EN	-	+	-			-	-	1,0	0,2	0,2
64.	<i>Turdus pilaris</i>	EN	-	-	-			1,0	-	-	0,2	0,2
65.	<i>Glaucidium passerinum</i>	LN	-	-	-			0,5	-	-	0,1	0,1
66.	<i>Luscinia luscinia</i>	EN	-	-	-			-	-	0,5	0,1	0,1
67.	<i>Clanga pomarina</i>	LN	+	+	+			+	+	+		
68.	<i>Ciconia nigra</i>	LN	-	-	-			+	-	+		
69.	<i>Buteo buteo</i>	L	+	+	+			+	+	+		
70.	<i>Corvus corax</i>	EN	+	+	+			+	+	+		
71.	<i>Cuculus canorus</i>	EN	+	+	+			+	+	+		
72.	<i>Gallinago gallinago</i>	EN	+	+	+			-	-	-		
73.	<i>Loxia curvirostra</i>	LN	-	-	-			-	+	+		
74.	<i>Dendrocopos leucoctos</i>	LN	-	+	+			+	-	-		
75.	<i>Picus viridis</i>	EN	-	-	-			-	+	+		
76.	<i>Erythrura erythrura</i>	EN	-	+	-			-	-	-		
77.	<i>Apus apus</i>	EN	-	+	+			-	-	-		
78.	<i>Milvus migrans</i>	EN	-	+	-			+	-	-		
79.	<i>Bucephala clangula</i>	EN	-	+	-			-	-	-		
<b>Liczba par</b> Number of pairs			127,0	120,0	119,5,0	84,2		210,0	197,0	195,0	131,1	
<b>Liczba gatunków</b> Number of species			48,0	55,0	56,0			62,0	62,0	66,0		
<b>Średnio liczba gatunków</b> Mean number of species				53,0						63,33		
<b>Łącznie liczba gatunków</b> Total number of species				62,0						73,0		

Objaśnienia – patrz Tabela 2 / For explanations see Table 2.

**Tabela 5. Waloryzacja ornitologiczna powierzchni badawczych zlokalizowanych we wnętrzu lasu i na jego obrzeżu**

Table 5. Ornithological evaluation of plots located in the forest interior and at the forest edge

Powierzchnia / Wskaźnik Plot / Index		Wnętrze lasu Forest interior	Obrzeże lasu Forest edge
<b>Grąd</b> Oak-hornbeam	<i>Wb</i>	32,01	17,83
	<i>RWb</i>	200,06	96,74
<b>Łęg</b> Ash-alder	<i>Wb</i>	23,50	11,84
	<i>RWb</i>	391,67	184,00
<b>Bór mieszany</b> Mixed coniferous	<i>Wb</i>	30,16	22,17
	<i>RWb</i>	208,00	145,09
<b>Wszystkie powierzchnie łącznie</b> All plots	<i>Wb</i>	85,67	51,85
	<i>RWb</i>	234,71	129,27

Objaśnienia / Explanations:

*Wb* – wskaźnik bogactwa awifaunistycznego / avifauna richness index;  
*RWb* – równoważny wskaźnik bogactwa gatunkowego / equivalent index of avifauna richness.

poszczególnych powierzchniach oraz przypisanej poszczególnym gatunkom randze (tab. 1). Niezależnie od typu zbiorowiska leśnego, wartości te były zawsze znacznie wyższe dla powierzchni zlokalizowanych we wnętrzu lasu. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to w przypadku grądu i łęgu, gdzie wartość odnośnych wskaźników dla powierzchni we wnętrzu lasu była około dwukrotnie wyższa niż na obrzeżu. Wartość wskaźnika *RWb* dla powierzchni w lesie łęgowym, niezależnie od ich lokalizacji, jest znacznie wyższa niż dla powierzchni w dwóch pozostałych typach lasu.

Liczba gatunków występujących na obrzeżu lasu była w każdym przypadku wyższa niż na powierzchniach w jego wnętrzu. Średnio na każdej z powierzchni w głębi Puszczy Boreckiej gniazdowało blisko 50 gatunków ptaków, a na jej obrzeżu – blisko 60, czyli o ponad 20% więcej (ryc. 2). Liczba gatunków lęgowych, zarówno we wnętrzu lasu, jak i na jego obrzeżu, była najwyższa w borze mieszanym i wyniosła średnio 53 gatunki na powierzchni BM1 oraz 63,3 gatunki na powierzchni BM2.

Także zagęszczenie par lęgowych na wszystkich powierzchniach na obrzeżu lasu było wyższe niż w jego głębi. Średnio na każdej z powierzchni w głębi Puszczy Boreckiej wynosiło ono blisko 90 par/10 ha, a na jej obrzeżu – blisko 118 par/10 ha, czyli o ponad 30% więcej (ryc. 3). Średnie zagęszczenie par lęgowych, zarówno na obrzeżu lasu, jak i w jego głębi, było najwyższe w lesie łęgowym, i wyniosło, odpowiednio, ponad 126 par/10 ha i ponad 171 par/10 ha. Oznacza to, że na obrzeżu Puszczy Boreckiej zagęszczenie awifauny w łęgu było o 35% większe niż w jej wnętrzu i była to najwyższa różnica w zagęszczeniu awifauny między tymi dwoma środowiskami, jaką zanotowano w przebadanych

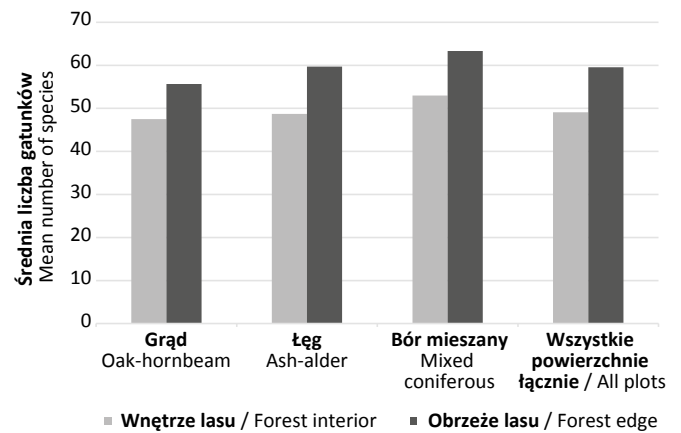
**Rycina 2. Bogactwo gatunkowe zgrupowań ptaków lęgowych w Puszczy Boreckiej w głębi lasu i na jego obrzeżu**

Figure 2. Species richness of breeding bird assemblages of the Borki Forest in the forest interior and at the forest edge

We wszystkich siedliskach średnia liczba gatunków była na obrzeżu lasu istotnie wyższa niż w jego wnętrzu (test t-Studenta,  $p \leq 0,05$ ) / In all habitats the mean number of species at the forest edge was significantly higher than in the forest interior (Student's t test,  $p \leq 0,05$ ).

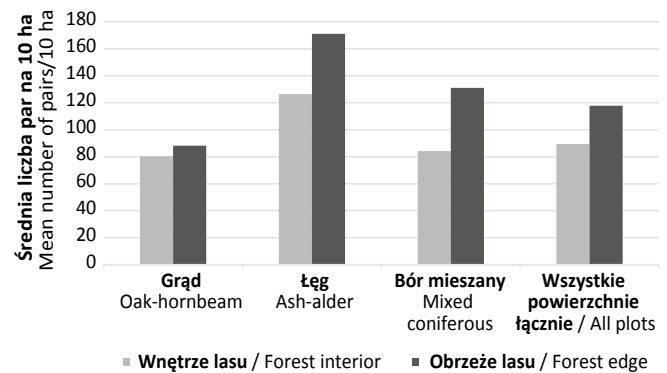
**Rycina 3. Zagęszczenie zgrupowań ptaków lęgowych w Puszczy Boreckiej w głębi lasu i na jego obrzeżu**

Figure 3. Total density of breeding bird assemblages of the Borki Forest in the forest interior and at the forest edge

We wszystkich siedliskach średnie zagęszczenie par lęgowych było na obrzeżu lasu istotnie wyższe niż w jego wnętrzu (test t-Studenta,  $p \leq 0,05$ ) / In all habitats the mean density of breeding pairs at the forest edge was significantly higher than in the forest interior (Student's t test,  $p \leq 0,05$ ).

typach zbiorowisk leśnych. Z kolei w lesie grądowym zagęszczenie par lęgowych na obrzeżu lasu było tylko o 10% wyższe niż w jego głębi.

Na każdej z powierzchni badawczych zdecydowanie dominowały typowe gatunki leśne (ryc. 4). Na obrzeżu lasu udział gatunków nietypowych dla wnętrza lasu: ekotony i nieleśnych (zaroślowych, związanych z terenami otwartymi i półotwartymi, wodno-błotnych i synantropijnych) był zdecydowanie wyższy (średnio dwukrotnie – wzrósł z 16,4% do 33,3%), a udział gatunków typowych dla lasów naturalnych niższy niż na powierzchniach w głębi Puszczy



Boreckiej (zmniejszył się z 28,8% do 24,2%). Różnice te najsilniej zaznaczyły się w lesie łęgowym, gdzie udział gatunków nietypowych dla wnętrza lasu był na powierzchniach brzeżnych trzykrotnie wyższy (wzrósł z 11,9% do 32,9%), a udział gatunków charakterystycznych dla lasów o charakterze naturalnym zmniejszył się o 1/3 (z 30,5% do 20,5%).

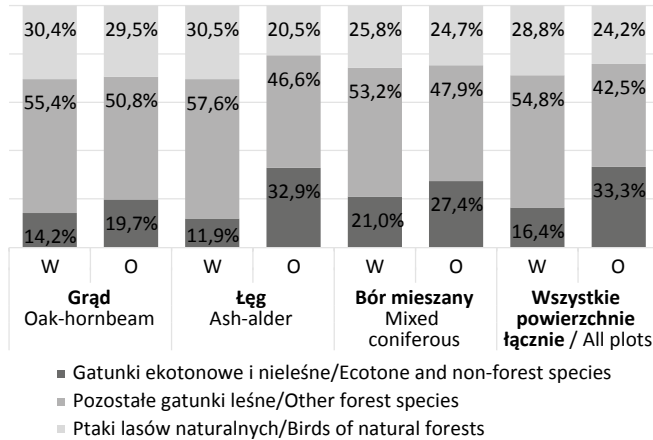
Porównawcza analiza podobieństwa zgrupowań ptaków łęgowych na powierzchniach badawczych w głębi lasu i na jego obrzeżu (tab. 6) wykazała, że niemal we wszystkich przypadkach zarówno współczynnik Sørenseny QS, odzwierciedlający podobieństwo składu gatunkowego, jak i współczynnik Renkonena DR, odzwierciedlający podobieństwo udziału pro-

centowego (dominacji) poszczególnych gatunków, osiągnęły wartości powyżej 70, niezależnie od typu zbiorowiska leśnego i lokalizacji powierzchni. Zgodnie ze skalą zaproponowaną przez Tomiałojca (1970) świadczy to o bardzo znacznym stopniu podobieństwa zgrupowań ptaków zasiedlających oba te środowiska. Jedynie w przypadku lasu łęgowego wartość współczynnika Renkonena DR była w każdym przypadku nieco niższa, zarówno przy porównaniu łągu na obrzeżu i w głębi Puszczy Boreckiej, jak i w zestawieniu z innymi typami lasu, i wahała się od 64,0 do 65,9, choć w dalszym ciągu oznacza to duże podobieństwo. Analiza zgrupowań ptaków zasiedlających poszczególne powierzchnie badawcze we wnętrzu lasu (tab. 7) oraz na jego obrzeżu (tab. 8) także wykazała bardzo znaczny stopień podobieństwa między nimi, niezależnie od typu lasu.

## 5. Dyskusja

Najważniejsze różnice pomiędzy zgrupowaniami ptaków łęgowych zasiedlającymi wnętrza i obrzeża Puszczy Boreckiej polegają na tym, że na powierzchniach brzeżnych, niezależnie od typu lasu, zarówno liczba gniazdujących gatunków, jak i zagęszczenie par łęgowych były większe niż we wnętrzu lasu. Podobną zależność, określaną jako efekt brzegowy, w różnych typach ekosystemów leśnych i różnych regionach geograficznych, wykazali liczni badacze w kraju (m.in. Tomiałojć et al. 1984; Cieślak 1992, Kopij 2013) i za granicą (Johnston 1947; Hogstad 1967; Helle, Helle 1982; Kroodsmas 1984; Kurosawa, Askins 1999; Flashponder et al. 2001; Zurita et al. 2012; Terraube et al. 2016).

Stwierdzone w Puszczy Boreckiej większe zagęszczenie par łęgowych na obrzeżu lasu wynikało głównie z większej o 20% liczby gniazdujących tam gatunków niż we wnętrzu lasu. Była to przede wszystkim licząca kilkanaście gatunków grupa nieobecnych w głębi tego kompleksu leśnego gatunków żerujących poza lasem, które strefę brzeżną wy-



**Rycina 4. Udział procentowy grup ekologicznych w składzie gatunkowym zgrupowań ptaków łęgowych na powierzchniach badawczych w Puszczy Boreckiej zlokalizowanych we wnętrzu lasu i na jego obrzeżu**

Figure 4. Share of ecological groups in species composition of nesting bird assemblages on research plots in the Borki Forest located in the forest interior and at the forest edge

Objaśnienia / Explanations:

W – wnętrzu lasu / forest interior; O – obrzeże lasu / forest edge.

**Tabela 6. Podobieństwo zgrupowań ptaków w różnych siedliskach we wnętrzu lasu i na jego obrzeżu**

Table 6. Similarities of bird assemblages from different habitats in the forest interior and at the forest edge

Powierzchnia badawcza / Study plot		Wnętrze lasu / Forest interior							
		grąd / oak-hornbeam G1		łęg / ash-alder Ł1		bór mieszany / mixed coniferous BM1		wszystkie powierzchnie / all plots G1, Ł1, BM1	
		QS	DR	QS	DR	QS	DR	QS	DR
Obrzeże lasu / Forest edge	Grąd / oak-hornbeam G2	82,1	81,4	75,0	77,9	79,7	79,3	-	-
	Łęg / ash-alder Ł2	73,4	64,0	71,2	64,9	75,6	65,9	-	-
	Bór mieszany mixed coniferous BM2	81,3	76,2	77,3	75,6	83,0	80,2	-	-
	Wszystkie powierzchnie all plots G2, Ł2, BM2	-	-	-	-	-	-	78,8	80,6

Objaśnienia / Explanations:

QS – współczynnik Sørenseny: podobieństwo składu gatunkowego / Sørensen index: similarity of species composition; DR – współczynnik Renkonena: podobieństwo składu procentowego (dominacji) / Renkonen index: similarity of percentage composition (dominance).

**Tabela 7. Podobieństwo zgrupowań ptaków na powierzchniach badawczych we wnętrzu lasu**

Table 7. Similarities of bird assemblages from different plots within the forest interior

Powierzchnia badawcza Study plot	G1		Ł1		BM1	
	QS	DR	QS	DR	QS	DR
G1	-	-				
Ł1	83,0	80,5	-	-		
BM1	89,3	78,2	79,2	77,5	-	-

Objaśnienia – patrz Tabela 6 / For explanations see Table 6

**Tabela 8. Podobieństwo zgrupowań ptaków na powierzchniach badawczych na obrzeżu lasu**

Table 8. Similarities of bird assemblages from different plots at the forest edge

Powierzchnia badawcza Study plot	G2		Ł2		BM2	
	QS	DR	QS	DR	QS	DR
G2	-	-				
Ł2	75,0	69,6	-	-		
BM2	83,6	83,7	86,3	74,9	-	-

Objaśnienia – patrz Tabela 6 / For explanations see Table 6

korzystają jako dogodne miejsce gniazdowania (Sikora et al. 2007; Kuczyński, Chylarecki 2012). Dodatkowym czynnikiem wzmagającym efekt brzegowy było zwiększenie liczebności par lęgowych przez generalistów preferujących to środowisko, choć jednocześnie niektóre gatunki związane z wnętrzem lasu na powierzchniach brzeżnych miały mniejszą liczebność. Wyspecjalizowanym gatunkiem leśnym, którego zwiększona obecność w strefie brzeżnej jest nieco zaskakująca, była świstunka.

Zbliżone wyniki otrzymał Hogstad (1967), który wykazał zwiększenie liczby gatunków w strefie brzeżnej o 14–21%, natomiast Tomiałojć i in. (1984) stwierdzili, że liczba gatunków gniazdujących w strefie brzeżnej jest o ok. 30% wyższa niż w głębi lasu, a z badań Cieślaka (1992) wynika, że jest ich o ok. 35% więcej. Warto zauważyć, że choć liczba gatunków lęgowych w strefie brzeżnej w Puszczy Boreckiej była większa jedynie o 20% niż w jej wnętrzu, to jednak faktyczna różnica w składzie gatunkowym zgrupowań ptaków zasiedlających każde z tych środowisk była znacznie większa, bo ok. 35% wszystkich stwierdzonych gatunków gniazdowało wyłącznie w jednym z nich, a tylko ok. 65% w obu. Na powierzchniach brzeżnych, w porównaniu z wnętrzem lasu, liczba gatunków nieleśnych była dwukrotnie większa, natomiast liczba wyspecjalizowanych gatunków leśnych, związanych z lasami o charakterze naturalnym, tylko o niespełna 5% mniejsza.

Podobnie jak odnotowali to Hogstad (1967), Helle i Helle (1982), Helle (1983) oraz Cieślak (1992), zaobserwowany na obrzeżu Puszczy Boreckiej i będący wyrazem efektu brzegowego wzrost zagęszczenia populacji ptaków w porównaniu z wnętrzem lasu, który wyniósł ok. 30%, był większy niż wzrost liczby gatunków. Zbliżone rezultaty otrzymali Tomiałojć i in. (1984), którzy w Puszczy Białowieskiej wykazali odpowiednie zwiększenie zagęszczeń wynoszące 25–33%. Hansson (1983) stwierdził, że w strefie brzeżnej gniazdowało dwukrotnie więcej par lęgowych niż w głębi lasu, Frochot (1979) odnotował, że zwiększenie zagęszczeń w strefie brzeżnej wyniosło 7–35% w zależności od przyjętej metodyki i sezonu, natomiast Cieślak (1983) oraz Zurita i in. (2012) zauważyli, że wielkość tego parametru zależy od typu siedliska, z którym graniczy las. Cieślak (1992) przypuszcza, że wzrost zagęszczenia par lęgowych może być konsekwencją zmniejszania przez niektóre gatunki wielkości swoich arealów w strefie brzeżnej. Ten sam autor, a także Strelke i Dickson (1980) oraz McCollin (1998), sugerują, że zwiększona liczebność niektórych generalistów na brzegu lasu wynika z możliwości dostępu do dwóch różnych środowisk i zdobycia dodatkowego pożywienia. W Puszczy Boreckiej wzrost zagęszczeń par lęgowych w strefie brzeżnej był przede wszystkim rezultatem zwiększenia liczby gniazdujących gatunków, podobnie jak wykazali to Tomiałojć i in. (1984) oraz Cieślak (1992), a w mniejszym stopniu ze zwiększenia liczebności niektórych generalistów, co wynika z badań Kroodsmys (1982). Podobnie jak w Puszczy Białowieskiej (Tomiałojć et al. 1984) również w Puszczy Boreckiej liczba i liczebność wyspecjalizowanych gatunków leśnych we wnętrzu lasu była podobna jak na jego obrzeżu.

Obecność większej liczby gatunków i większe zagęszczenie par lęgowych na obrzeżu lasu jest, jak można przypuszczać, wypadkową kilku czynników. Pierwszym z nich jest większe zróżnicowanie mikrosiedlisk w strefie brzeżnej lasu, w porównaniu z jego wnętrzem, jak wykazali to Zięba i in. (2014) oraz Ouin i in. (2015), co jest konsekwencją mniejszej stabilności parametrów mikroklimatycznych. Czynniki te powodują wzrost zróżnicowania przestrzennego i jakościowego siedlisk ptaków leśnych (m.in. nieco większe zwarcie drzewostanu i większy udział krzewów w podszycie), co z kolei zwiększa pojemność tych siedlisk i stwarza większe możliwości zakładania gniazd, na co zwracali uwagę Helle (1983) i Cieślak (1992). Drugim czynnikiem jest sąsiedztwo terenów nieleśnych, co powoduje ekspansję na strefę brzeżną gatunków związanych z tymi siedliskami, nieobecnych we wnętrzu lasu.

Choć liczba gatunków gniazdujących na badanych powierzchniach brzeżnych była większa niż w głębi lasu, to dominowały wśród nich gatunki pospolite i niewyspecjalizowane. Znacznie mniej liczne i mniej liczebne były tam gatunki cenne, rzadkie i zagrożone. Natomiast niemal wszystkie ptaki z grupy preferującej wnętrza lasu to wyspecjalizowane gatunki leśne, z których połowa jest typowa dla lasów o charakterze naturalnym (Zawadzka, Zawadzki 2006). Wszystkie one nie występują w kraju zbyt licznie, a są wśród nich

dwa gatunki zagrożone, umieszczone w „Polskiej czerwonej księdze zwierząt” (dzięcioł trójpalczasty i dzięcioł biało-grzbiety) oraz pięć gatunków objętych programem Natura 2000 (oprócz wspomnianych dzięciołów także muchołówka białoszyja, muchołówka mała i lelek), wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej. Oprócz odnotowanego okazjonalnie i nietypowego dla wnętrza lasu lelka pozostałe cztery gatunki są przedmiotami ochrony w obszarze Natura 2000 PLB280006 Puszcza Borecka, a muchołówka białoszyja i dzięcioł biało-grzbiety mają tu jedno ze swoich liczniejszych krajowych ostoi (Rąkowski et al. 2016; Sikora et al. 2016). Dzięcioł trójpalczasty (niewystępujący na obrzeżu Puszczy Boreckiej) oraz muchołówka mała są natomiast uznawane za świetne wskaźniki bogactwa gatunkowego ptaków leśnych (Pakkala 2012). Wnętrze lasu w Puszczy Boreckiej ma większą wartość awifaunistyczną niż jej obrzeża, co odzwierciedlają znacznie wyższe wartości wskaźnika bogactwa awifaunistycznego (tab. 5). Niezależnie od wpływu innych czynników może to mieć związek z mniejszą odpornością zagrożonych gatunków na antropopresję, która na obrzeżu lasu jest większa. Podobne wyniki otrzymali Kurosawa i Askins (1999) w Japonii, którzy wykazali, że rzadkie gatunki ptaków znacznie częściej występują w głębi lasu niż na jego obrzeżu.

Niektórzy badacze stwierdzili, że obrzeża lasu zasiedla odrębne zgrupowanie ptaków niż jego wnętrze, o czym miał świadczyć charakterystyczny zestaw gatunków typowych dla ekotonu (Johnston 1947; Cieślak 1992). Wyniki otrzymane podczas badań w Puszczy Boreckiej skłaniają jednak do wniosku, że podobnie jak wykazali to Baker i in. (2002) oraz Imbeau i in. (2003), zgrupowanie ptaków zasiedlających obrzeża lasu nie składa się z gatunków specyficznie związanych z jego strefą krawędziową, które są stosunkowo nieliczne – należą do nich m.in. lerka i świergotek drzewny (Harris, Harris 1991; Terraube et al. 2016), lecz z dwóch głównych grup – mało wybiórczych gatunków leśnych oraz gatunków zasadniczo nieleśnych, związanych z sąsiadującymi z lasami terenami otwartymi (łąki i pola), zaroślowymi i synantropijnymi. Poza nimi, choć mniej licznie, na badanych powierzchniach brzeżnych występują także wyspecjalizowane gatunki leśne, w tym charakterystyczne dla wnętrza lasu. Ich obecność częściowo zapewne wynikała stąd, że fragmenty tych powierzchni, bardziej oddalone od krawędzi lasu, były już zasadniczo położone poza strefą, w której zaznacza się efekt brzegowy. Szerokość tej strefy różni autorzy oceniają w odmienny sposób. Za Cieślakiem (1992) można przyjąć, że efekt brzegowy, w odniesieniu do populacji ptaków, jest zauważalny w pasie 200 m od krawędzi lasu. W obrębie tego pasa niemal w całości leży powierzchnia Ł2, około połowy powierzchni BM2 i tylko ok. 1/3 powierzchni G2. Jak można przypuszczać, z tego właśnie powodu efekt brzegowy na powierzchni Ł2 był najsilniejszy, a wartość współczynnika podobieństwa struktury (DR) zgrupowania ptaków na tej powierzchni w zestawieniu zarówno z powierzchnią Ł1, jak i z innymi powierzchniami, był najniższy.

Generalnie, mimo zaobserwowanych różnic i wyraźnego efektu brzegowego, współczynniki podobieństwa QR i DR

między zgrupowaniami ptaków wnętrza lasu i jego obrzeża, niezależnie od typu lasu, osiągają wysokie wartości, co świadczy o tym, że zgrupowania te nie są zasadniczo różne. Wspomniane wskaźniki podobieństwa są także wysokie, jeśli porównuje się ze sobą zgrupowania ptaków w różnych typach zbiorowisk leśnych, zarówno w obrębie strefy brzegowej, jak i w głębi lasu. Można więc uznać, że niezależnie od typu zbiorowiska leśnego, całą Puszcę Borecką zasiedla jedno zgrupowanie ptaków, co już wcześniej sugerowali Rąkowski i in. (2016), natomiast na jej obrzeżu występuje zubożony jakościowo wariant zgrupowania typowego dla wnętrza lasu, wzbogacony ilościowo o gatunki nieleśne, związane z terenami otwartymi i/lub półotwartymi oraz synantropijne. Podobne wnioski wysunuli Tomiałojć i in. (1984), podsumowując badania w Białowieskim Parku Narodowym, którzy stwierdzili, że niezależnie od typu siedliska występuje tam zasadniczo jedno zgrupowanie ptaków.

Na zmniejszenie różnic pomiędzy powierzchniami w głębi lasu i na jego obrzeżu mogła mieć wpływ bardzo urozmaicona rzeźba terenu w Puszczy Boreckiej i mozaikowy układ siedlisk. Z tego powodu żadna z powierzchni badawczych nie była jednolita pod względem typu zbiorowiska leśnego, a w obrębie zbiorowisk dominujących znajdowały się różnej wielkości enklawy innych siedlisk leśnych, a także nieleśnych. Możliwy wpływ takich czynników na zmniejszenie różnic w awifaunie różnych powierzchni badawczych w tym samym kompleksie leśnym zauważyli także Tomiałojć i in. (1984) w Puszczy Białowieskiej, mimo że rzeźba terenu jest tam znacznie mniej urozmaicona niż w Puszczy Boreckiej.

Efekt brzegowy w zgrupowaniach ptaków w Puszczy Boreckiej mógł zostać osłabiony w wyniku gospodarki leśnej. Dotyczy to w szczególności rębni gniazdowej stosowanej na szeroką skalę w tym kompleksie leśnym, także w obrębie lub w sąsiedztwie badanych powierzchni. Wokół niewielkich, ale dość gęsto rozmieszczonych zrębów gniazdowych, nawet we wnętrzu lasu, tworzą się strefy krawędziowe, w obrębie których w mniejszym lub większym stopniu uwiadcza się efekt brzegowy. Zjawisko to analizowali Strelke i Dickson (1980), Hansson (1983), Avery i Leslie (1990), Brazaitis i Kurlavičius (2003), Sławski (2008), Peplowska-Marczak (2009, 2011) oraz Rąkowski i in. (2016). Efektem pojawienia się dużej liczby zrębów gniazdowych w głębi Puszczy Boreckiej mogła być zwiększona obecność na położonych tam powierzchniach badawczych gatunków nietypowych dla wnętrza lasu, co spowodowało zmniejszenie różnic pomiędzy porównywanymi zgrupowaniami ptaków. Innym rezultatem takiego sposobu prowadzenia gospodarki leśnej jest systematyczne zwiększanie się strefy brzegowej, kosztem powierzchni wnętrza lasu, jaka tworzy się wokół każdego zrębu. Można się spodziewać, że w dłuższej perspektywie czasowej będzie to stanowiło poważne zagrożenie dla wymienionych wyżej cennych gatunków ptaków, które mają swoje ważne ostoje w Puszczy Boreckiej i które wyraźnie unikają obrzeża lasu. Dotyczy to przede wszystkim dwóch najrzadszych w kraju gatunków dzięciołów, biało-grzbiatego i trójpalczastego, na których zagrożenie ze strony gospodarki leśnej zwracali

także uwagę m.in. Tomiałojć i Wesołowski (2004), Czeszcze-  
czewik i Walankiewicz (2006) oraz Kajtoch i Figarski (2014).

## 6. Podsumowanie

Porównując zgrupowania ptaków lęgowych zasiedlających dojrzałe drzewostany w głębi Puszczy Boreckiej i na jej obrzeżach, niezależnie od typu zbiorowiska leśnego, zaobserwowano wyraźny efekt brzegowy. Zarówno liczba gatunków, jak i zagęszczenie par lęgowych na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w strefie brzeżnej były wyższe (odpowiednio o ok. 20% i ok. 30%) niż we wnętrzu lasu.

Zwiększenie liczby gatunków gniazdujących na obrzeżu lasu było głównie efektem pojawienia się tam wielu gatunków nieleśnych i nietypowych dla jego wnętrza. Zwiększenie zagęszczenia par lęgowych było konsekwencją zarówno wzrostu liczby gniazdujących gatunków, jak i zwiększenia liczebności przez niektóre niewyspecjalizowane gatunki leśne. Liczba gatunków gniazdujących na powierzchniach brzeżnych była większa niż w głębi lasu, jednak dominowały wśród nich gatunki pospolite i generaliści. Znacznie mniej liczne i mniej liczebne były tam natomiast wyspecjalizowane gatunki typowe dla lasów o charakterze naturalnym oraz rzadkie i zagrożone.

Mimo zaobserwowanych różnic i wyraźnego efektu brzegowego, zgrupowania ptaków zasiedlające powierzchnie badawcze w głębi Puszczy Boreckiej i na jej obrzeżu nie są zasadniczo różne i można uznać, że w strefie brzeżnej występuje zubożony jakościowo wariant zgrupowania ptaków wnętrza lasu, wzbogacony ilościowo o gatunki nieleśne, związane z terenami otwartymi i/lub półotwartymi oraz synantropijne.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Podziękowania i źródła finansowania badań

Autorzy pragną wyrazić serdeczne podziękowania pracownikom Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie: dr hab. Agnieszce Koladzie za wykonanie analiz statystycznych i ich opis oraz mgr inż. Małgorzacie Walczak i mgr Jakubowi Bratkowskiemu za wykonanie mapy powierzchni badawczych w Puszczy Boreckiej. Badania przedstawione w niniejszej pracy zostały sfinansowane ze środków z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na działalność statutową Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie.

## Literatura

- Avery M., Leslie R. 1990. *Birds and Forestry*. Poyser, London, 299 s. ISBN 0-85661-058-5.
- Baker J., French K., Whelan R.J. 2002. The edge effect and ecotonal species: bird communities across a natural edge in southeastern Australia. *Ecology* 83(11): 3048–3059.
- Brazaitis G., Kurlavičius P. 2003. Green Tree Retention and Bird Communities on Clearcuts in Lithuania. *Baltic Forestry* 9(2): 63–70.
- Cieślak M. 1983. Wstępna ocena czynników kształtujących zgrupowania ptaków lęgowych brzegu lasu. *Człowiek i Środowisko* 7: 449–459.
- Cieślak M. 1992. Breeding bird communities on forest edge and interior. *Ekologia Polska* 40(3): 461–475.
- Cieślak M., Dombrowski A. 1993. The effect of forest size on breeding bird communities. *Acta Ornithologica* 27: 97–111.
- Czeszcze-  
czewik D., Walankiewicz W. 2006. Logging and distribution of the White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* in the Białowieża Forest. *Annales Zoologici Fennici* 43: 221–227. ISSN 0003-455X.
- Flashpohler D.J., Temple S.A., Rosenfield R.N. 2001. Species-specific edge effects on nest success and breeding bird density in a forested landscape. *Ecological Applications* 11(1): 32–46. DOI 10.2307/3061053.
- Frochot B. 1979. Une étude de l'effet de lisière: dénombrement des oiseaux nicheurs sur un quadrat en lisière de forêt et de culture. *Le Jean Le Blanc* 28: 1–18.
- Fuller R.J. 2000. Influence of treefall gaps on distributions of breeding birds within interior old-growth stands in Białowieża Forest, Poland. *Condor* 102: 267–274.
- Głowaciński Z. (red.) 2001. *Polska czerwona księga zwierząt. Kręgowce*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 452 s. ISBN: 83-09-01735-7.
- Gromadzki M. 1970. Breeding communities of birds in mid-field afforested areas. *Ekologia Polska* 13: 307–350.
- Hansson L. 1983. Bird numbers across edges between mature conifer forest and clearcuts in central Sweden. *Ornis Scandinavica* 14: 97–103.
- Harper K.A., Macdonald S.E. 2001. Structure and composition of riparian boreal forest: new methods for analyzing edge influence. *Ecology* 82(3): 649–659. DOI 10.2307/2680186.
- Harris E., Harris J. 1991. *Wildlife conservation in managed woodlands and forests*. Blackwell Pub, Oxford, 288 s. ISBN 978-0631160328.
- Helle O. 1983. Bird communities in open ground-climax forest edges in northeastern Finland. *Silva Fennica* 19: 165–169.
- Helle E., Helle P. 1982. Edge effect on forest bird densities on offshore islands in the northern Gulf of Bothnia. *Annales Zoologici Fennici* 19: 165–169.
- Hogstad O. 1967. The edge effect on species and population density of some passerine birds. *Nytt Magasin for Zoologi* 15: 40–43.
- Jakubiec Z., Wuczyński Z. 2013. Badania ilościowe ptaków lęgowych w lasach doliny Bystrzycy. *Przyroda Sudetów* 16: 121–138.
- Imbeau L., Drapeau P., Mönkkönen M. 2003. Are forest birds categorized as “edge species” strictly associated with edges? *Ecography* 26: 514–520. DOI 10.1034/j.1600-0587.2003.03509.x.
- Johnston V.R. 1947. Breeding birds of the forest edge in Illinois. *Condor* 49(2): 45–53.
- Kajtoch Ł., Figarski T. 2014. Stenotypowe gatunki dzięciołów jako wskaźnik pożądanych ilości drewna martwych i zamierających drzew w karpackich lasach. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 16, 4(41): 116–130.
- Kopij G. 2013. Comparison of breeding bird communities in the interior and on the edge of *Tilio-Carpinetum* hornbeam. *Časopis Slezského Zemského Muzea Opava (A)* 62: 119–124. DOI 10.2478/cszma-2013-0013.

- Kot H. (red.) 2008. Inwentaryzacja i waloryzacja ornitologiczna obwodnicy Augustowa w ciągu drogi krajowej nr 8 przy uwzględnieniu wariantów lokalizacyjnych. Wyniki badań ilościowych prowadzonych w roku 2008 z uwzględnieniem danych z lat 2005–2007 (maszynopis), Warszawa [http://siskom.waw.pl/rospuda/dhv/Inwent\\_ptaki\\_opis.pdf](http://siskom.waw.pl/rospuda/dhv/Inwent_ptaki_opis.pdf) [7.01.2019].
- Kroodsma R.L. 1982. Edge effect on breeding forest birds along power-line corridor. *Journal of Applied Ecology* 19: 361–370.
- Kroodsma R.L. 1984. Effect of edge on breeding forest bird species. *Wilson Bulletin* 96(3): 426–436.
- Kuczyński L., Chylarecki P. 2012. Atlas pospolitych ptaków lęgowych Polski. Rozmieszczenie wybiórczość siedliskowa, trendy. GIOŚ, Warszawa, 240 s. ISBN 978-83-61227-40-03.
- Kujawa K. 2009. Życie wśród zadrzewień i lasów śródpolnych: jak mozaika środowisk wpływa na zgrupowania gatunków, długoterminowe trendy liczebności populacji oraz behavior osobniczy, w: Wiącek J., Polak M., Kucharczyk M., Grzywaczewski G., Jerzak L. (red.) Ptaki – środowisko – zagrożenia – ochrona. Wybrane aspekty ekologii ptaków. LTO, Lublin, 11–41. ISBN 978-83-61301-73-8.
- Kurosawa R., Askins R.A. 1999. Differences in Bird Communities on the Forest Edge and in the Forest Interior. Are There Forest-interior Specialists in Japan? *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology* 31(2): 63–79. DOI 10.3312/jyio1952.31.63.
- Markowski J. 1995. Awifauna lęgowa rezerwatów w Puszczy Pilińskiej. *Acta Universitatis Lodzianae, Folia Zoologica* 4: 3–27.
- McCollin D. 1998. Forest ecology and habitat selection in birds: a functional approach. *Ecography* 21: 247–260.
- Odum E.P. 1963. *Podstawy ekologii*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 560 s.
- Quin A., Cabanettes A., Andrieu E., Deconchat M., Roume A., Vigan M., Larrieu L. 2015. Comparison of tree microhabitat abundance and diversity in the edges and interior of small temperate woodlands. *Forest Ecology and Management* 340: 31–39. DOI 10.1016/j.foreco.2014.12.009.
- Pakkala T. 2012. Spatial ecology of breeding birds in forest landscapes: an indicator species approach. *Dissertationes Forestales* 151, 23 s. DOI 10.14214/df.151.
- Peplowska-Marczak D. 2009. Znaczenie rębni gniazdowej w zachowaniu różnorodności gatunkowej ptaków leśnych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 11, 2(21): 84–90.
- Peplowska-Marczak D. 2011. Rębnia częściowa jako element kształtujący populacje drobnych ptaków leśnych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 13, 2(27): 207–218.
- Rąkowski G. 2015. Puszcza Borecka jako cenna ostoja ptaków leśnych. *Leśne Prace Badawcze* 76(1): 88–107. DOI 10.1515/frp-2015-0010.
- Rąkowski G., Czarnocki K., Ukalska J. 2016. Awifauna lęgowa dojrzałych drzewostanów Puszczy Boreckiej i jej zmiany na przełomie XX i XXI wieku. *Leśne Prace Badawcze* 77(3): 239–255. DOI 10.1515/frp-2016-0026.
- Renkonen O. 1938. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicæ Fennicæ 'Vanamo'* 6: 1–231.
- Sikora A., Neubauer G., Sulej A. 2016. Cenne gatunki ptaków i znaczenie OSO Natura 2000 Puszcza Borecka. *Ornis Polonica* 57: 12–28.
- Sikora A., Rohde Z., Gromadzki M., Neubauer G., Chylarecki P. (red.) 2007. Atlas rozmieszczenia ptaków lęgowych Polski 1985–2004. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 640 s. ISBN 978-83-61320-01-2.
- Sławski M. 2008. Wewnętrzna fragmentacja lasu i jej skutki przyrodnicze. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 10, 3(19): 55–60.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5(4): 1–34.
- StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Strelke W.K., Dickson J.G. 1980. Effect of forest clear-cut edge on breeding birds in east Texas. *Journal of Wildlife Management* 44(3): 559–567.
- Terraube J., Archaux F., Deconchat M., van Halder I., Jactel H., Barbaro L. 2016. Forest edges have high conservation value for bird communities in mosaic landscapes. *Ecology and Evolution* 6(15): 5178–5189. DOI 10.1002/ece3.2273.
- Tomiałojć L. 1970. Quantitative studies on the synanthropic avifauna of Legnica and its environs. *Acta Ornithologica* 12(9): 293–392.
- Tomiałojć L. 1980. Kombinowana odmiana metody kartograficznej do liczenia ptaków lęgowych. *Notatki Ornitologiczne* 21: 33–62.
- Tomiałojć L., Wesołowski T. 2004. Diversity of the Białowieża Forest avifauna in space and time. *Journal of Ornithology* 145: 81–92. DOI 10.1007/s10336-003-0017-2.
- Tomiałojć L., Wesołowski T., Walankiewicz W. 1984. Breeding bird community of a primaeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland). *Acta Ornithologica* 20(3): 237–310.
- Tryjanowski P., Kuźniak S., Kujawa K., Jerzak L. 2009. *Ekologia ptaków krajobrazu rolniczego*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 390 s. ISBN 978-83-61320-44-0.
- Zawadzka D., Zawadzki J. 2006. Ptaki jako gatunki wskaźnikowe różnorodności biologicznej i stopnia naturalności lasów. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 8, 4(14): 249–262.
- Zięba S., Banaś J., Zygmunt R., Bujoczek L. 2014. Postać strefy brzegowej różnych typów drzewostanów. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 16, 39(2A): 99–108.
- Zurita G., Pe'er G., Bellocq M.I., Hansbauer M.M. 2012. Edge effects and their influence on habitat suitability calculations: a continuous approach applied to birds of the Atlantic forest. *Journal of Applied Ecology* 49: 503–512. DOI 10.1111/j.1365-2664.2011.02104.x.

## Wkład autorów

G.R. – koncepcja badań, wyznaczenie powierzchni badawczych, opracowanie wyników badań, napisanie artykułu, korekta; K.C – wykonanie obserwacji terenowych, opracowanie wyników badań.