



Wiącek J., Polak M., Kucharczyk M.,
Grzywaczewski G., Jerzak L. (red.)
Ptaki – Środowisko – Zagrożenia – Ochrona
Wybrane aspekty ekologii ptaków
LTO, Lublin 2009

Życie wśród zadrzewień i lasów śródpolnych: jak mozaika środowisk wpływa na zgrupowania gatunków, długoterminowe trendy liczebności populacji oraz behavior osobniczy

Living amongst small woods and wooded patches in a farmland: how does habitat mosaics influence bird communities, long-term population changes and individual behavior

KRZYSZTOF KUJAWA

Stacja Badawcza Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN IŚRiL, ul. Szkolna 4, 64-000
Kościan, kkujawa@man.poznan.pl

Abstract: Ecosystems and landscape elements undergo different kinds of changes and processes, of which a significant part is caused by human activity. One of these processes, which has been intensively studied for a long time, is habitat fragmentation. It leads to division of a given habitat patches into a smaller ones and to increase ecotone density in a landscape. As a result, areas covered by uniform habitat are transformed into mosaics of different habitats. The importance of habitat fragmentation for particular groups of organisms, including birds, is controversial. In some research papers it is regarded as negative phenomenon, but in others, proof is given that it is beneficial for some species. Scientists who are interested in woodland or grassland species usually treat fragmentation as a process unfavorable for animals, however researchers studying avifauna in a farmland where predominate crop fields promote mosaic pattern of the landscape as the most favorable for birds claim that it is a tool for preserving relatively high biodiversity level in rural areas.

An study area, where an interdisciplinary study on the role of habitat mosaic for distribution, density and functioning of population of many species has been carried out for a long time is the Dezydery Chłapowski Landscape Park, which is broadly known from a “model” farmland structure, characterized by a number of small wooded areas and small water bodies.

The aim of the lecture is presentation of specific characters of bird communities living in a such mosaics of crop fields and small wooded patches and the evaluation of effectiveness of protection of avifauna in farmland by keeping amount of afforested areas high and diverse. The data presented here was collected from 1964–1966, and afterwards in 1988–2008 with the use of mapping (almost 100 plots), transect (tens kilometers) and

point count (hundreds of points) methods. The studies was carried out mainly during breeding season. Besides own results, in some cases published or unpublished data gathered by other authors are used.

In the lecture the results of an analysis of the relationships between landscape structure (i.e. habitat mosaics) and species number, population density and community structure will be presented. Among others the role of landscape context for birds inhabiting small wood island will be discussed. It will also present the long-term trends in population changes for birds of small wooded patches located in farmland. Based on basis, an evaluation of effectiveness of bird diversity protection in farmland by keeping a rich system of small wooded patches will be undertaken. Using some example of birds (Goldammer, Red-backed Shrike and others) the effect of the habitat mosaic on feeding behavior and establishing of breeding territories will be presented.

Key words: habitat fragmentation, habitat heterogeneity, bird protection, agricultural landscape structure, wood patches, long-term changes

Wstęp

Według powszechnie panującej opinii wpływ człowieka na szeroko rozumiane środowisko przyrodnicze jest obecnie tak silny, że odgrywa on już wiodącą rolę w skomplikowanych mechanizmach kształtujących warunki życia na Ziemi (Vitousek et al. 1997, Foley et al. 2005). Dzieje się tak zarówno w skali lokalnej (np. zastępowanie jednego ekosystemu drugim w celach gospodarczych), regionalnej (np. melioracje na dużą skalę), jak i globalnej (bardzo prawdopodobne przyczynianie się do globalnego ocieplenia, zanieczyszczenie oceanów, kwaśne deszcze itp.). Tak silnie dominująca pozycja *Homo sapiens* w biosferze stwarza sytuację zupełnie nową w historii Ziemi, w związku z tym Paul Crutzen, laureat nagrody Nobla, zaproponował, by ostatnie 200 lat historii Ziemi nazwać „antropocenem” (Crutzen & Stoermer 2000).

Skutkiem działalności człowieka w środowiskach lądowych Ziemi w okresie „antropocenu” są między innymi liczne zmiany jakościowe i ilościowe w strukturze ekosystemów, takie jak wzrost udziału pewnych typów środowisk (np. pól uprawnych i terenów zabudowanych), zmniejszanie się ilości innych (np. lasów naturalnych i mokradeł), a także zmiany w chemizmie gleby, wody i atmosfery. Jednym z najczęściej i intensywnie badanych zjawisk związanych z prowadzeniem gospodarki ludzkiej i jej skutkami dla przyrody jest fragmentacja środowisk (ekosystemów) i właśnie między innymi zagadnieniom ściśle związanym z fragmentacją poświęcona jest niniejsza praca.

Fragmentacja środowisk (ekosystemów) jest procesem polegającym na powstaniu nieciągłości środowiska, czyli na podziale danego fragmentu na pewną liczbę mniejszych jego części. Na ogół wiąże się to także ze zmniejszeniem się łącznej powierzchni środowiska, a najbardziej oczywistymi, widocznymi „z lotu ptaka” konsekwencjami fragmentacji, jest zmniejszenie się średniej wielkości fragmentu środowiska oraz zwiększenie się odległości między poszczególnymi fragmentami rozważanego środowiska. Jeśli porównamy lesistość krajobrazu i rozmieszczenie terenów zadrzewionych na terenach rolniczych (np. w Parku

Krajobrazowym im. gen. Dezyderego Chłapowskiego) oraz np. w regionie o słabo rozwiniętym rolnictwie, np. Puszczy Białowieskiej, to łatwo nasuwa się wniosek, że na tym pierwszym obszarze charakterystyczna struktura krajobrazu (rozdrobnione i rozrzucone wśród pól uprawnych niewielkie, kilku- lub kilkuno-stohektarowe fragmenty lasu leśne) jest właśnie skutkiem od wielu lat trwającego procesu fragmentacji.

Fragmentacja a niejednorodność środowiska

Traktowanie procesu kształtowania się szeroko rozumianych obszarów leśnych (obejmujących lasy i zadrzewienia) na terenach rolniczych jedynie jako skutku fragmentacji pierwotnych kompleksów leśnych jest zbyt daleko idącym uproszczeniem, a jednocześnie przykładem błędnego rozumienia i stosowania terminu „fragmentacja”. Szerzej o problemach związanym z użyciem tego terminu pisali Franklin et al. (2002), zauważając tendencję do rozszerzenia znaczenia pojęcia fragmentacji w błędny sposób i w rezultacie do mieszania pojęć fragmentacji i wzrostu niejednorodności środowisk. Tymczasem są to dwa odrębne, w pewnym stopniu niezależne procesy.

Należy zatem pamiętać, że struktura typowego krajobrazu rolniczego Nizy Europejskiego jest wynikiem zachodzenia dwóch procesów: z jednej strony – fragmentacji lasów (czasem o bardzo silnym natężeniu, prowadzącej do pozostania resztek lasów jedynie w formie silnie izolowanych, niewielkich lasów pokrywających kilka procent powierzchni), a z drugiej – działalności prowadzącej do zmiany pozostałych oraz powstawania nowych środowisk (lasów gospodarczych o niekiedy dużym gatunkowym zróżnicowaniu przestrzennym, sadów, ogrodów i różnorodnych zadrzewień śródpolnych) a zatem do zwiększenia się różnorodności środowiska (ich niejednorodności). Te dwa procesy przyczyniają się do powstania mozaiki środowisk (głównie terenów uprawnych i fragmentów lasu), w rozmaitym kształcie, zależnym od lokalnych warunków przyrodniczych, miejscowej tradycji oraz – ostatnio w coraz silniejszym stopniu – od mechanizmów podaży i popytu oraz decyzji politycznych, np. w ramach Wspólnej Polityki Rolnej.

Zagadnienie zależności awifauny od mozaiki środowisk w krajobrazie rolniczym jest tak szerokie i wielowątkowe, że z konieczności ograniczono się tutaj do kilku wybranych problemów, kładąc nacisk na zagadnienia fragmentacji oraz wzajemnych oddziaływań sąsiadujących ze sobą zadrzewień oraz terenów uprawnych. Pierwszą część wyników poświęcono na omówienie ogólnych cech zgrupowania ptaków żyjących w wycinku krajobrazu – mozaice środowisk, w drugiej scharakteryzowano cechy zgrupowań ptaków zadrzewień położonych wśród pól, w trzeciej – omówiono zgrupowania ptaków na polach wśród zadrzewień, czwartą poświęcono drapieżnictwu lisa na ptakach zadrzewień śródpolnych, a piątą – długoterminowym zmianom zgrupowań ptaków zadrzewień śródpolnych. W razie potrzeby w kilku miejscach przytoczono także wyniki badań publikowanych przez innych autorów.

Celem artykułu jest przedstawienie specyficznych cech zgrupowań ptaków oraz mechanizmów kształtujących awifaunę występującą w takiej właśnie mozaice pól i zadrzewień śródpolnych oraz próba dokonania oceny efektywności ochrony różnorodności ptaków na terenach rolniczych poprzez utrzymywanie mozaikowatej struktury krajobrazu.

Teren badań, materiał i metody

Większość informacji przytoczonych tutaj została zebrana podczas prowadzenia wieloletnich badań w okolicach wsi Turew, znajdującej się w centrum Parku Krajobrazowego im. gen. D. Chłapowskiego (PKDCh), unikatowego obszaru chronionego obejmującego co prawda w całości środowiska antropogeniczne: pola uprawne, łąki, lasy gospodarcze oraz osiedla ludzkie, ale takie, które razem tworzą bogatą mozaikę środowisk. Mozaika ta składa się przede wszystkim z pól uprawnych różnej wielkości oraz z zadrzewień śródpolnych – bardzo zróżnicowanych pod względem składu gatunkowego roślin oraz wieku i rozmiarów, a przy tym rolnictwo w tym rejonie jest stosunkowo (jak na warunki polskie) intensywne. W związku z powyższym teren ten stanowi bardzo dogodny poligon badawczy właśnie dla zagadnienia znaczenia tego typu mozaikowatego środowiska dla przyrody, w tym dla jej ochrony na terenach rolniczych, co już od wielu lat intensywnie wykorzystuje się, prowadząc badania nad wieloma grupami organizmów (Karg et al. 2003).

Dane o awifaunie tego terenu, będące podstawą dla niniejszego opracowania, gromadzono w latach 1964–1966, w roku 1984, a następnie w okresie 1988–2008 za pomocą metody kartograficznej (prawie 100 powierzchni badawczych), transektowej (dziesiątki kilometrów) oraz punktowej (setki punktów). Badania prowadzono głównie w okresie lęgowym, i na nim skupiono się w tym artykule. W zależności od potrzeb, pewne istotne informacje uzupełniające na temat stosowanych metod podano w odpowiednich rozdziałach przed omówieniem wyników, nie przytaczając jednak szczegółowych opisów metodyki, które można znaleźć w publikacjach źródłowych.

Omówienie wyników badań

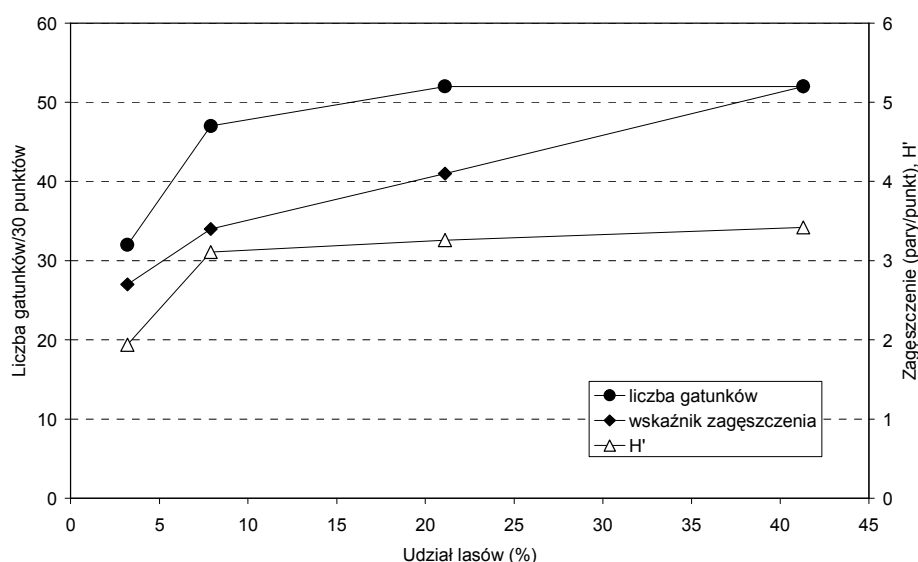
Liczba gatunków i zagęszczenie ptaków w mozaice środowisk krajobrazu rolniczego

W mozaikowatym krajobrazie rolniczym w PKDCh na powierzchni 1380 ha w latach 1991–1994 gniazdowało 77 gatunków ptaków z łącznym zagęszczeniem około 141 par/100ha (Kujawa 1996a). Są to jedne z najwyższych wartości stwierdzonych w Polsce na pojedynczych powierzchniach badawczych o powierzchni kilka lub kilkanaście km² w krajobrazie rolniczym w Polsce (Tryjanowski et al. 2009). Tylko w silnie mozaikowatym krajobrazie rolniczym w

południowo-wschodniej Polsce z ekstensywnym rolnictwem zagęszczenie ptaków było jeszcze wyższe – 151 par/km² (Tworek 1998). Te wysokie wartości stwierdzone w okolicach Turwi przypisuje się właśnie mozaikowatej strukturze krajobrazu, a zwłaszcza obecności zadrzewień (Kujawa 1994).

W całym PKDCh, obejmującym nie tylko tereny rolnicze (pola z zadrzewieniami), ale także większe (kilkudziesięcio- i kilkusethektarowe) kompleksy leśne oraz tereny podmokłe, regularnie gniazdowało 119 gatunków (Kujawa 2000). Różnice w liczbie gatunków i zagęszczeniu ptaków pomiędzy poszczególnymi typami środowisk są znaczne. Na polach uprawnych gniazduje najczęściej kilka gatunków (Kujawa 1996a), a na przykład w parku pałacowym w Turwi – ponad 40 gatunków w jednym sezonie lęgowym. Zagęszczenie ptaków w tych środowiskach wynosi odpowiednio kilka (Kujawa 1996a) i powyżej 150 par/10 ha (Kujawa 1992).

Wyniki badań prowadzonych przez Kujawę (1996a) metodą liczeń z punktów w czterech wycinkach krajobrazu w PKDCh (każdy o powierzchni 4 km², z 30 równomiernie rozmieszczonymi punktami), różniących się udziałem lasów (od 3 do 41%), wskazują na silny związek między tą cechą krajobrazu a liczbą gatunków ptaków lęgowych (ryc. 1).



Rycina 1. Zależność liczby gatunków, zagęszczenia i różnorodności zgrupowania ptaków w mozaice polno-leśnej od udziału powierzchniowego lasów i zadrzewień w Parku Krajobrazowym im. gen. D. Chłapowskiego (wg Kujawy 1996a).

Figure 1. The dependence of bird species number, density and diversity in woodland/cropland mosaics on percentage cover of woods and wooded patches in the Dezydery Chłapowski Landscape Park (after Kujawa 1996a).

Również w badaniach prowadzonych na mniejszych powierzchniach próbnych (o wielkości kilkudziesięciu ha) w zachodniej Polsce, a w części położonych także na terenie PKDCh, wykazano wiodący wpływ ilości zadrzewień na

bogactwo ptaków (Kujawa & Tryjanowski 2000). Tę zależność można uogólnić na szeroko rozumiane środowiska marginalne, co uczynił Tryjanowski (1999), pokazując na przykładzie danych z Europy Środkowej jak na terenach rolniczych wraz z udziałem tych środowisk wzrasta liczba gatunków i zagęszczenie.

Wobec tak dużej różnicy (o rząd wielkości) w liczbie gatunków i zagęszczeniu ptaków między polami i lasami (zadrzewieniami), wiodąca rola lasów i zadrzewień w kształtowaniu się zgrupowań ptaków mozaiki pól i lasów jest zrozumiała, ale w obrazie zależności między udziałem zadrzewień a liczbą gatunków i zagęszczeniem (ryc. 1) nieoczekiwane jest to, że już około 20–30% udziału lasów i zadrzewień wystarcza, by łączna liczba gatunków ptaków była bliska maksymalnej w danych warunkach. Jednak łączne zagęszczenie awifauny oraz wskaźnik jej różnorodności (H') wzrasta wraz ze zwiększaniem się lesistości nawet do około 40–50%. Zatem optymalnym składnikiem mozaiki środowisk na terenie badań jest około 50% udział powierzchniowy lasów. Jest to wartość bliska tej (60%), którą dla ogółu warunków w Polsce wyliczył Chylarecki i in. (2006) na podstawie danych z MPPL jako optymalnej dla liczby gatunków ptaków lesistość powierzchni badawczej.

Awifauna zadrzewień położonych wśród terenów uprawnych

Przypomnijmy na wstępie, że zadrzewienia, w tym śródpolne, są środowiskiem, które czasami określa się jako las bez jego wnętrza, a innymi słowy – jako samą strefę brzeżną. W związku z tym zasiedlane są przez gatunki ptaków, które preferują właśnie tę część lasu. Strefa ta charakteryzuje się znacznym prześwietleniem, umożliwiającym rozwój runa i podszytu, a także bezpośrednim kontaktem z terenami przyległymi, np. polami lub innymi agrocenozami. Dlatego występują tam szczególnie często gatunki dwuśrodowiskowe (np. gniazdujące w drzewach lub krzewach, a żerujące na przyległych terenach otwartych, jak dzierzby lub łuszczaiki) lub gatunki brzegu lasu, nie korzystające z terenów otwartych, preferujące gniazdowanie w podszywie, dobrze rozwiniętym właśnie na brzegu lasu (jak pokrzewki lub zaganiacz).

Ponadto warto przypomnieć uwagę ze wstępu, że – z jednej strony – część zadrzewień jest skutkiem fragmentacji lasów, ale z drugiej – są one świadomie tworzone, przez co ich różnorodność się zwiększa, a dzięki temu zwiększa się różnorodność mozaiki środowisk w krajobrazie rolniczym. Istnieje wiele typów zadrzewień (Zajączkowski 2005) i dzięki ich zróżnicowaniu pełnią one ważną rolę biocenotyczną dla wielu różnych grup organizmów – jako miejsca rozrodu, żerowania lub schronienia (Karg & Karlik 1993, Karg & Kujawa 2002).

Liczba gatunków i zagęszczenie ptaków w mozaice różnorodnych zadrzewień

W okolicach Turwi w latach 1991–1994, w których objęto badaniami jednocześnie największą liczbę zadrzewień, a zarazem najbardziej zróżnicowanych strukturalnie (alej, zadrzewień pasowych oraz małych kęp drzew – do powierzchni 3 ha), na 74 powierzchniach badawczych w zadrzewieniach gniazdo-

wało łącznie 68 gatunków ptaków ze średnim zagęszczeniem ok. 15 par/ha (Kujawa 1997). Jednakże potencjał tych niewielkich zadrzewionych fragmentów terenu jako środowiska rozrodu dla ptaków jest dużo większy. W grupie około 80 zadrzewień objętych badaniami od roku 1964 przez łącznie 14 lat stwierdzono gniazdowanie (w ścisłym tego słowa znaczeniu lub co najmniej utrzymywanie terytorium lęgowego) aż 97 gatunków (Kujawa, dane niepubl.).

W tej grupie zadrzewień najbogatszą awifauną charakteryzowały się zadrzewienia owalne (nazwano je kępami), a najuboższą – aleje (tab. 1). Najmniejsza wartość alej przejawiała się także w tym, że nie stwierdzono tam ani jednego gatunku specyficznego tylko dla nich.

Tabela 1. Liczba gatunków i zagęszczenie ptaków w trzech rodzajach zadrzewień w Parku Krajo-
brazowym im. gen. D. Chłapowskiego w latach 1991–1994 (wg Ryszkowskiego et al. 1999).
Table 1. Species number and density of birds in three kinds of wooded patches in the Dezydery
Chłapowski Landscape Park in 1991–1994 (after Ryszkowski et al. 1999).

	Kępy (N=21)	Pasy (N=33)	Aleje (N=20)
Całkowita liczba gatunków ptaków	60	51	32
Średnia liczba gatunków na 1 ha	14,1	16,8	7,6
Zagęszczenie (pary na 1 ha)	14,9	18,3	9,8

Różnice w zagęszczeniu ptaków w poszczególnych zadrzewieniach z danej kategorii związane są z różnicami w strukturze środowiska. Np. zagęszczenie drzew na 1 ha w alejach wynosiło 77, w zadrzewieniach pasowych – 351, a w kępach – 651. Podobnie znaczne różnice dotyczyły stopnia pokrycia terenu przez podszyt (7, 49 i 43%), a także innych cech (Kujawa 1997). Awifauna zadrzewień jest w dużym stopniu zależna także od ich rozmiarów, ale tylko w przypadku pasów i kęp (tab. 2).

Z tych analiz między innymi wynika, że zwiększanie udziału alej od pewnej, zresztą dosyć niskiej wartości wysycenia krajobrazu (kilka kilometrów/10 km²) poprzez zakładanie nowych lub wydłużanie istniejących nie ma istotnego znaczenia dla liczby gatunków ptaków w danym fragmencie krajobrazu rolniczego (choć, co zrozumiałe, wpływa to na zwiększanie się wielkości populacji gatunków gniazdujących w alejach). Natomiast dodatnia zależność między wielkością kęp i pasów a liczbą gatunków ptaków jest silna, zatem mając swobodę wyboru w zakładaniu nowych lub powiększaniu istniejących zadrzewień, to ze względu na skuteczną ochronę awifauny tymi czynnościami należy objąć zadrzewienia pasowe. Silną zależność między szerokością zadrzewień pasowych a upakowaniem terytoriów zauważono już w latach 1960. (Gromadzki 1970), a z analiz zaprezentowanych przez Tryjanowskiego et al. (2009) wynika, że liczba gatunków ptaków gniazdujących w kilkuhektarowych zadrzewieniach kępowych jest w prawie 75% zależna od liczby zadrzewień. Analizy te sugerują też, że wzbogacanie mozaiki środowisk na terenach rolniczych poprzez zwiększanie liczby zadrzewień o powierzchni 0,1–3,5 ha do powyżej 70 w wycinku krajobra-

zu o powierzchni kilkunastu km² powinno skutkować zwiększeniem się liczby gatunków lęgowych.

Tabela 2. Zależność liczby gatunków i zagęszczenia ptaków od wymiarów zadrzewień śródpolnych (wg Kujawy 1997). W tabeli zamieszczono współczynnik korelacji Pearsona między wymiarami zadrzewień a zmiennymi opisującymi zgrupowania ptaków oraz istotność statystyczną korelacji (NS – nieistotna, * <0,05, ** <0,01, ***<0,001).

Table 2. Dependence of species number and density of birds on dimensions of wooded patches surrounded by farmland (after Kujawa 1997). In the table the Pearson's coefficients with their statistical significance for correlation between the dimensions of patches and bird community variables are given (NS – P>0.05, * <0.05, ** <0.01, ***<0.001).

Typ zadrzewienia zmienna	Długość	Szerokość	Powierzchnia
Aleje			
Liczba gatunków	0,38 ^{NS}	0,003 ^{NS}	0,36 ^{NS}
Liczba par/ha	0,23 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	0,12 ^{NS}
Liczba par/km	0,12 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,19 ^{NS}
Pasy			
Liczba gatunków	0,43*	0,55***	0,67***
Liczba par/ha	0,10 ^{NS}	-0,36*	-0,15 ^{NS}
Liczba par/km	0,03 ^{NS}	0,64***	0,37*
Kępy			
Liczba gatunków			0,74**
Liczba par/ha			-0,63**

Z tych analiz między innymi wynika, że zwiększanie udziału alej od pewnej, zresztą dosyć niskiej wartości wysycenia krajobrazu (kilka kilometrów/10 km²) poprzez zakładanie nowych lub wydłużanie istniejących nie ma istotnego znaczenia dla liczby gatunków ptaków w danym fragmencie krajobrazu rolniczego (choć, co zrozumiałe, wpływa to na zwiększanie się wielkości populacji gatunków gniazdujących w alejach). Natomiast dodatnia zależność między wielkością kęp i pasów a liczbą gatunków ptaków jest silna, zatem mając swobodę wyboru w zakładaniu nowych lub powiększaniu istniejących zadrzewień, to ze względu na skuteczną ochronę awifauny tymi czynnościami należy objąć zadrzewienia pasowe. Silną zależność między szerokością zadrzewień pasowych a upakowaniem terytoriów zauważono już w latach 1960. (Gromadzki 1970), a z analiz zaprezentowanych przez Tryjanowskiego et al. (2009) wynika, że liczba gatunków ptaków gniazdujących w kilkuhektarowych zadrzewieniach kępowych jest w prawie 75% zależna od liczby zadrzewień. Analizy te sugerują też, że wzbogacanie mozaiki środowisk na terenach rolniczych poprzez zwiększanie liczby zadrzewień o powierzchni 0,1–3,5 ha do powyżej 70 w wycinku krajobrazu o powierzchni kilkunastu km² powinno skutkować zwiększeniem się liczby gatunków lęgowych.

W obrębie zadrzewień określonego typu, oprócz wymiarów geometrycznych bardzo ważną rolę odgrywa struktura roślinności. Najistotniejsze dla liczby gatunków i zagęszczenia ptaków w zadrzewieniach były wiek drzew, stopień pokrycia powierzchni przez podszyt, drzewostan i runo oraz zagęszczenie drzew, długość granic oraz różnorodność gatunkowa drzewostanu. Jednak w

poszczególnych rodzajach zadrzewień kluczową rolę odgrywają różne zestawy tych zmiennych (Kujawa 1997, 2006).

Dodatnia zależność między powierzchnią zadrzewienia a liczbą gniazdujących w nim par ptaków jest oczywista, gdy rozpatrujemy duży zakres zmienności powierzchni zadrzewień i wszystkie gatunki łącznie, ale nasuwają się dwa pytania (Kujawa 2006):

- czy zależność ta ma znaczenie także w przypadku zadrzewień najmniejszych (o powierzchni kilku ha), typowych dla silnie wylesionych terenów rolniczych?
- czy zależność ta ma charakter uniwersalny, niezależny od biologii gatunku?

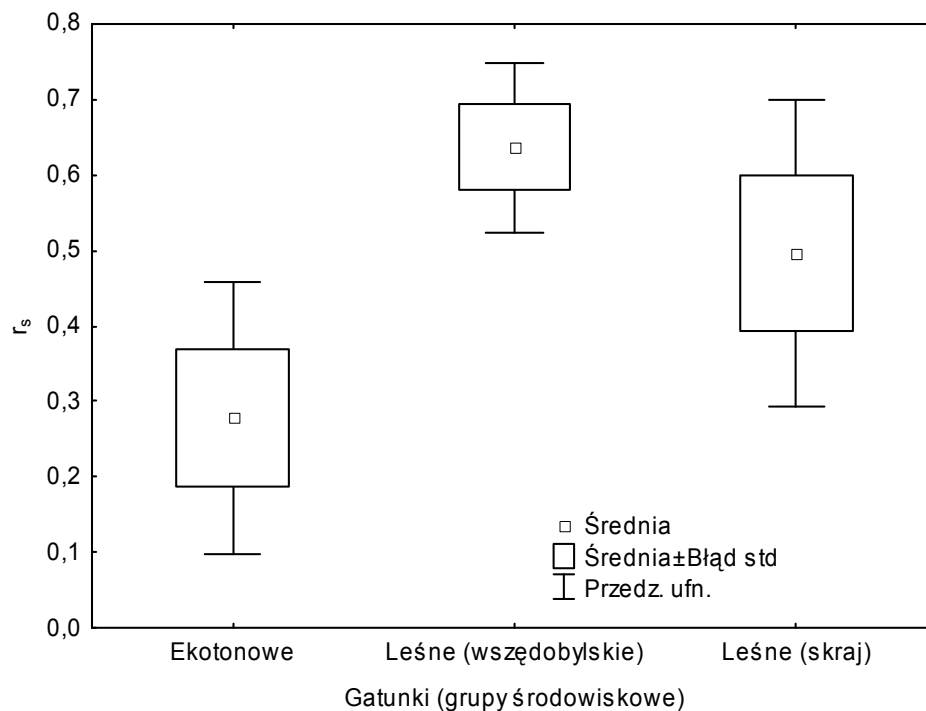
W badaniach prowadzonych w znacznej liczbie małych (poniżej 3,2 ha) zadrzewień (N=66) zauważono, że liczebność poszczególnych gatunków jest związana z wielkością zadrzewień z różną siłą. Np. bardzo silny dodatni związek stwierdzono dla zięby, bogatki i trznadla, słaby – dla szczygła i dzwońca, a zupełny brak takiego związku – dla gąsiorka, mazurka i cierniówki (tab. 3).

Tabela 3. Korelacja Spearmana pomiędzy wielkością zadrzewienia a liczbą par lęgowych najliczniejszych gatunków ptaków (N=64)(według Kujawy 2006).

Table 3. Spearman correlations between the area of wooded patch and the number of breeding pairs of the most numerous species (N=64)(after Kujawa 2006).

Gatunek	r_s	P	Gatunek	r_s	P
Szczygieł	0,26	<0,05	Modraszka	0,61	<0,001
Dzwoniec	0,30	<0,05	Bogatka	0,67	<0,001
Trznadel	0,76	<0,001	Mazurek	0,02	n. i.
Ortolan	0,31	<0,05	Pierwiosnek	0,66	<0,001
Zięba	0,90	<0,001	Szpak	0,46	<0,001
Zaganiacz	0,28	<0,05	Kapturka	0,74	<0,001
Gąsiorek	0,06	n. i.	Cierniówka	0,24	n. i.
Słownik rdzawy	0,33	<0,01	Kos	0,62	<0,001
Mucholówka szara	0,62	<0,001	Śpiewak	0,67	<0,001

Wielkość współczynnika korelacji w powyższym związku zależy statystycznie istotnie od przynależności danego gatunku do grupy środowiskowej. Najniższy współczynnik korelacji charakteryzował gatunki ekotonowe, nieco wyższy – gatunki skraju lasu, a najwyższy – wszędobylskie gatunki leśne (ryc. 2).



Rycina 2. Współczynnik korelacji Spearmana (r_s) między powierzchnią zadrzewień a liczbą par gatunków w trzech grupach ekologicznych. (wg Kujawy 2006).

Figure 2. Spearman correlation coefficient (r_s) for the relationship between the area of wooded patches and the number of breeding pairs in distinguished ecological groups (after Kujawa 2006).

Oznacza to, że w odniesieniu do zadrzewień małych (<3 ha) nie dla każdego gatunku sprawdza się teza „im większe zadrzewienie, tym lepsze”. Dlatego jeśli zarządca terenu planuje przeznaczyć na zadrzewienia grunty o powierzchni łącznej 10 ha, to prawdopodobnie np. w przypadku mazurka korzystniej będzie utworzyć 10 zadrzewień o powierzchni 1 ha każde, niż trzy zadrzewienia o powierzchni 3,3 ha każde.

Wyniki tych badań pokazały także, że dla części gatunków nie tylko powierzchnia, ale w ogóle struktura zadrzewień ma znikome znaczenie. W grupie takich gatunków są mazurek, gąsiorek, cierniówka, szpak, szczygieł, ortolan i dzwonec. Dla nich wartość współczynnika determinacji modeli wiążących występowanie poszczególnych gatunków ze strukturą zadrzewień była mniejsza od 0,3 (Kujawa 2006). Analiza zróżnicowania wartości tego współczynnika wykazała, że średnia jego wartość w grupie gatunków ekotonowych wynosiła tylko 0,2 i była istotnie statystycznie niższa (Test Kruskala–Wallisa: $H(2,18) = 6,24$; $P < 0,05$), niż w pozostałych grupach środowiskowych ($r^2 = 0,47–0,50$). Zatem dla gatunków dwuśrodowiskowych (ekotonowych) struktura samych zadrzewień odgrywała stosunkowo małą rolę i jednocześnie mniejszą niż dla gatunków leśnych.

Progowa najmniejsza wielkość zasiedlanych zadrzewień

Mozaika środowisk powstałych w wyniku fragmentacji oraz tworzenia nowych, antropogenicznych siedlisk składa się z fragmentów o często bardzo zróżnicowanej powierzchni. Zagadnienie najmniejszej wielkości, powyżej której fragment środowiska danego typu może być zasiedlony przez określony gatunek, jest od lat w centrum uwagi problematyki fragmentacji i niejednorodności środowiska. Konsekwencje istnienia takiej progowej wartości są doniosłe – jeśli dany typ środowiska jest tak silnie rozdrobniony, że każdy z takich izolowanych fragmentów ma powierzchnię mniejszą, niż konieczna dla danego gatunku, to wówczas gatunek na danym terenie nie będzie występował, chociaż sumaryczny udział tego środowiska może być znaczny. Zagadnienie to było także często przedmiotem badań podczas studiów nad awifauną zadrzewień (Love et al. 1985, Cieślak & Dombrowski 1993, Hinsley et al. 1995a, Kurlavicius 1995, Mason 2001) i podjęto je także w badaniach własnych.

Próg zasiedlania zadrzewień w PKDCh był bardzo zróżnicowany dla poszczególnych gatunków (tab. 4). Najmniej wymagającymi gatunkami była zięba, trznadel, wróbel i bogatka, które swoje terytoria lęgowe zakładały w nawet najmniejszych badanych zadrzewieniach (0,06 ha). Niektóre z gatunków dosyć często spotykanych w zadrzewieniach gniazdowały wyłącznie w zadrzewieniach o powierzchni większej niż 1 ha, a kilka gatunków – w zadrzewieniach o powierzchni większej niż 2 ha (tab. 4).

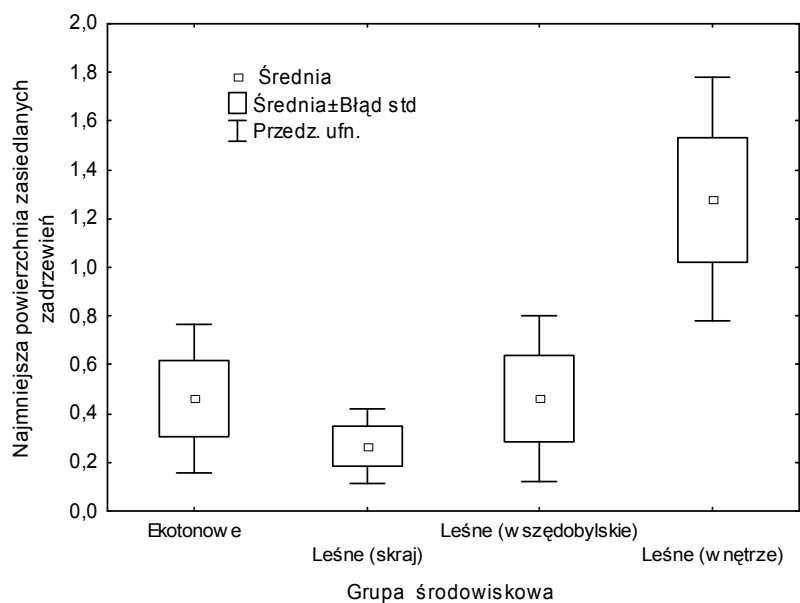
Średnia wartość progowa powierzchni zadrzewień zasiedlanych przez gatunki typowe dla wnętrza lasu była istotnie wyższa ($P < 0,05$ w teście Tukey'a), niż przez gatunki ekotonowe, gatunki skraju lasu i wszędobylskie gatunki leśne, co jest zgodne z oczekiwaniami. Natomiast różnice między pozostałymi grupami gatunków związanych z lasem są nieistotne, w związku z tym można wysnuć wniosek, że przynajmniej pod względem wrażliwości na fragmentację lasów gatunki te nie różnią się ze sobą (ryc. 3).

Informacje o progowych wartościach jako cechach poszczególnych gatunków wykorzystano także do sprawdzenia prawdziwości tezy, że charakteryzowanie się danego gatunku niską wartością progową zasiedlanych zadrzewień wpływa dodatkowo na częstość jego występowania. Teza ta okazała się prawdziwa, ale tylko dla części gatunków. Gatunki lęgowe obserwowane w zadrzewieniach o bardzo małej powierzchni ($< 0,5$ ha), gniazdowały w większej liczbie badanych zadrzewień, niż gatunki charakteryzujące się większą minimalną powierzchnią zasiedlanych zadrzewień. Natomiast dla gatunków zasiedlających zadrzewienia większe niż 0,5 ha, częstość ich występowania była niezależna od minimalnej powierzchni zasiedlanych zadrzewień (ryc. 4).

Tabela 4. Zestawienie minimalnych powierzchni zadrzewień (N=64) zajmowanych przez poszczególne gatunki lęgowe wraz z liczbą wszystkich zadrzewień, w których dany gatunek gniazdował. W tabeli uwzględniono jedynie gatunki związane w jakimś stopniu z lasem (wg Kujawy 2006, zmienione).

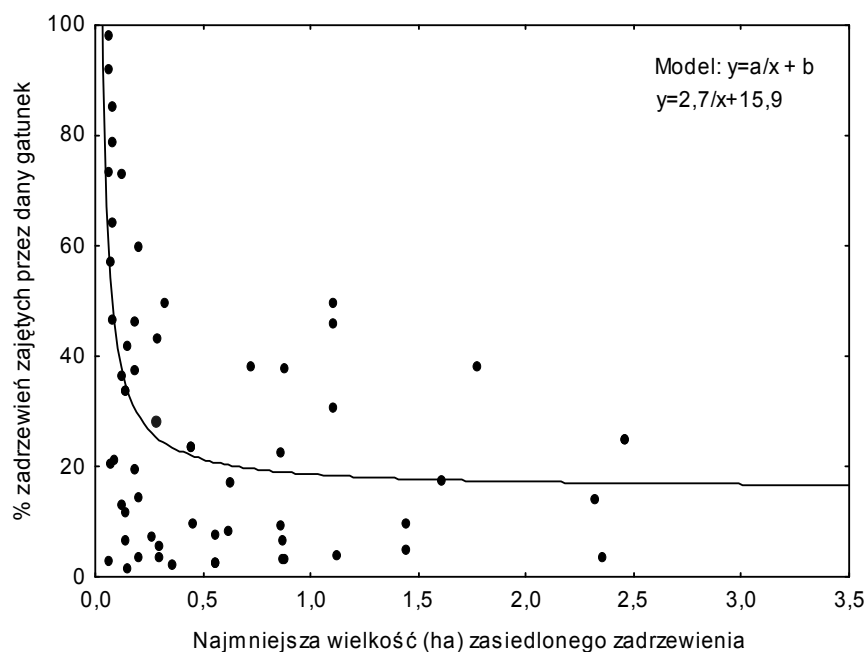
Table 4. Areas of the smallest wooded patches (N=64) inhabited by given species and the number of all patches where the given species was found to nest. In the table only the species preferring forest habitat are included (after Kujawa 2006, modified).

Gatunek	Min. pow. zadrzewienia	N zajętych zadrzewień	Gatunek	Min. pow. zadrzewienia	N zajętych zadrzewień
Zięba	0,06	63	Pierwiosnek	0,29	23
Wróbel	0,06	2	Słownik szary	0,30	3
Trznadel	0,06	59	Śpiewak	0,32	25
Bogatka	0,06	47	Sroka	0,36	1
Szczygieł	0,07	36	Piecuszek	0,44	10
Raniuszek	0,07	13	Świergotek drzewny	0,44	10
Modraszka	0,08	40	Czarnogłówka	0,45	4
Szpak	0,08	29	Sierpówka	0,62	3
Kapturka	0,08	49	Strzyżyk	0,63	6
Kos	0,08	53	Pelzacz ogrodowy	0,72	13
Gajówka	0,09	13	Pelzacz leśny	0,86	3
Mazurek	0,12	22	Grzywacz	0,86	7
Zaganiacz	0,12	44	Siniak	0,87	1
Potrzeszcz	0,12	8	Uszatka	0,87	2
Gąsiorek	0,14	20	Rudzik	0,88	11
Cierniówka	0,14	20	Dzięcioł duży	1,10	13
Piegża	0,14	7	Kowalik	1,10	8
Jarzębatka	0,14	4	Grubodziób	1,10	12
Ortolan	0,15	24	Dzięcioł czarny	1,12	1
Dzwoniec	0,18	21	Srokosz	1,44	2
Myszołów zwyczajny	0,18	11	Sójka	1,61	3
Słownik rdzawy	0,18	26	Wilga	1,77	5
Muchołówka szara	0,20	33	Mysikrólik	2,35	2
Sikora uboga	0,20	8	Krętogłów	2,46	1
Wrona siwa	0,20	2	Kwicoł	2,46	1
Kulczyk	0,26	4	Pokrzywnica	3,10	1



Rycina 3. Minimalna powierzchnia zasiedlonych zadrzewień w grupach środowiskowych (wg Kujawy 2006).

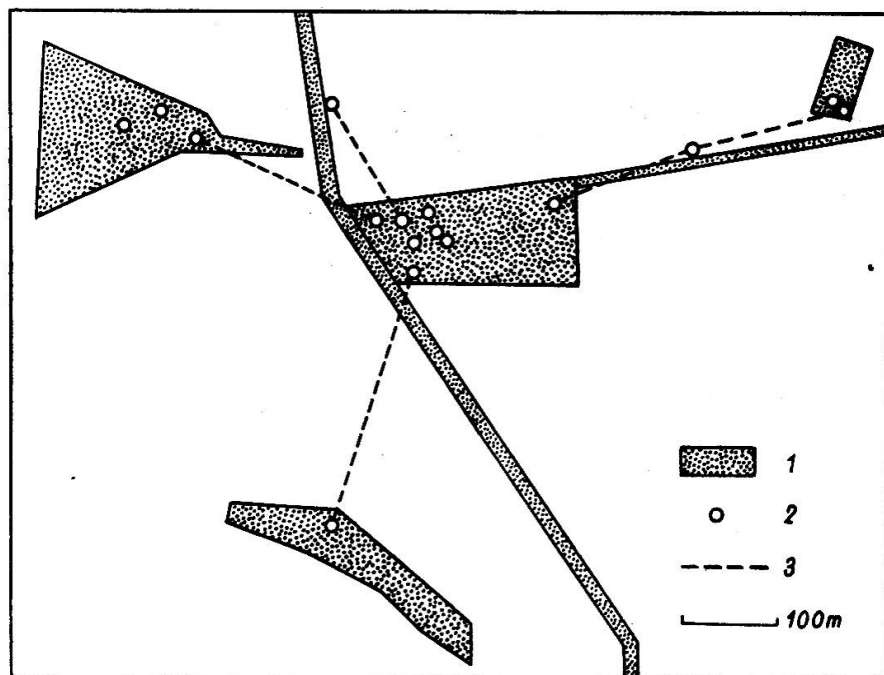
Figure 3. The minimum area of wooded patch inhabited by given bird species in distinguished ecological groups (after Kujawa 2006).



Rycina 4. Zależność między minimalną wielkością zadrzewień, w których gniazdował dany gatunek, a częstością jego wystąpienia (% zajętych zadrzewień) (wg Kujawy 2006).

Figure 4. The relationship between the minimum area of wooded patch inhabited by given bird species and the frequency of the species (% inhabited patches)(after Kujawa 2006).

Na zakończenie omawiania zagadnienia minimalnej tolerowanej powierzchni warto zwrócić uwagę na pewne zjawisko, które sprawia, że wyniki analizy progu zasiedlania zadrzewień mogą być w pewnych warunkach niejednoznaczne. Otóż w mozaice środowisk, a w tym – blisko siebie położonych zadrzewień – część gatunków może swoim terytorium obejmować kilka zadrzewień jednocześnie. Takie przemieszczenia terytorialnie zachowujących się ptaków w grupie kilku sąsiadujących ze sobą zadrzewień zauważył np. Gromadzki (1970) na przykładzie wilgi (ryc. 5), w późniejszych badaniach takie zachowania obserwowano np. u wielu gatunków ptaków (Kujawa, mat. niepubl.). W takich przypadkach niski próg „zasiedlania” danego zadrzewienia może być uwarunkowany bliskim położeniem innego zadrzewienia o cechach preferowanych przez dany gatunek.



Rycina 5. Przykład gatunku ptaka (wilga) wykorzystującego kilka zadrzewień w obrębie jednego terytorium. Objaśnienia: 1 – zadrzewienie, 2 – miejsca obserwacji wilgi, 3 – tory przemieszczenia ptaków (Gromadzki 1970).

Figure 5. The example of a bird species (Golden Oriole) which can use several wooded patches within the territory. Explanations: 1 – wooded patches, 2 – sites where birds were encountered, 3 – bird flights observed (Gromadzki 1970).

Znaczenie struktury środowiska w bezpośrednim sąsiedztwie zadrzewień

Charakterystyczną właściwością mozaiki środowisk jest sąsiadowanie fragmentów różnych środowisk i wzajemne ich oddziaływanie na siebie. Bieżą-

cy rozdział poświęcony jest znaczeniu bezpośredniego sąsiedztwa zadrzewień śródpolnych, czyli terenów uprawnych, na występujące w nich zgrupowania ptaków. Biorąc pod uwagę to, że znaczną część zgrupowań stanowią ptaki z gatunków dwuśrodowiskowych (np. gniazdujących w zadrzewieniach, a żerujących na polach uprawnych, albo zadrzewienie wykorzystujących jako miejsce śpiewu, a gniazdujących na polach uprawnych), można się spodziewać, że wpływ terenów sąsiadujących z zadrzewieniami na awifaunę zadrzewień jest znaczny.

Znaczenie struktury środowiska w bezpośrednim sąsiedztwie zadrzewień oceniono dla 18 najliczniejszych gatunków za pomocą analizy statystycznej (regresji krokowej) związków między grupą zmiennych opisujących tę strukturę a liczbą par lęgowych (Kujawa 2006). Wpływ struktury środowiska w sąsiedztwie zadrzewień na liczbę par lęgowych w zadrzewieniach był istotny dla pięciu gatunków – w tym trzech ekotonowych (trznadla, ortolana i mazurka) oraz cierniówki i słowika rdzawego. Związek między zmiennymi opisującymi środowisko w najbliższym sąsiedztwie zadrzewień a liczbą par był we wszystkich przypadkach dodatni. Dla trznadla istotne znaczenie miała mozaikowość i różnorodność środowiska (im więcej i różnorodnych fragmentów poszczególnych typów upraw oraz środowisk marginalnych, tym lepiej), dla ortolana, mazurka i cierniówki decydujące znaczenie miała przewaga pól uprawnych względem łąk, a dla słowika i łożówki obecność rowów, które mogą być tu wskaźnikiem obecności środowiska nieco bardziej wilgotnego oraz dobrze rozwiniętej roślinności zielnej, silnie preferowanych przez te gatunki jako miejsce gniazdowania (Kujawa 2006).

W rezultacie istnienia powyższych zależności, znaczenie struktury środowiska przylegającego do zadrzewień uwidoczniło się także na poziomie zgrupowań ptaków: liczba gatunków traktowanych łącznie i łączna liczba par lęgowych w grupie gatunków skraju lasu a także w odniesieniu do wszystkich gatunków była nieco wyższa w zadrzewieniach, przy których różnorodność i stopień rozdrobnienia środowisk były wyższe.

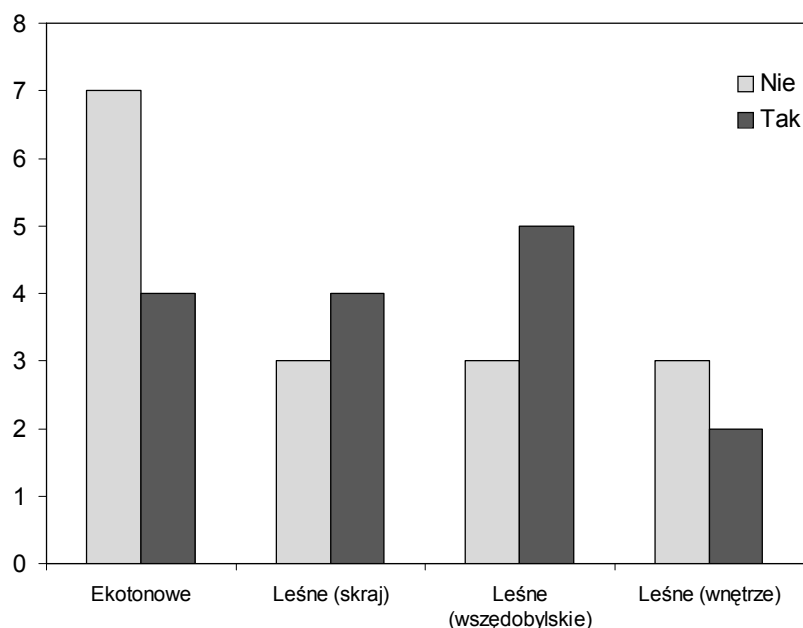
Znaczenie struktury krajobrazu wokół zadrzewień

Jak wynika z wcześniejszych badań, nie tylko bezpośrednie sąsiedztwo może mieć wpływ na skład awifauny zadrzewień (lub fragmentów innych środowisk), ale także struktura krajobrazu (tzw. kontekst krajobrazowy) wokół nich. Ma ona bowiem wpływ na tempo przemieszczania się – przynajmniej części – gatunków ptaków, który może być pozytywny dla jednych, a negatywny dla innych gatunków (Hinsley et al. 1995b, Van Dorp & Opdam 1987, Jokimäki & Huhta 1996, Clergeau & Burel 1997, Haass 1995). Między innymi można na przykład oczekiwać, że silny negatywny wpływ struktury typowej dla krajobrazu rolniczego (bardzo silna dominacja pól uprawnych, znaczny stopień fragmentacji lasów) powinien dotyczyć ptaków leśnych, a zwłaszcza gatunków preferujących wnętrze lasu, ponieważ zwierzęta te unikają otwartych przestrzeni oraz są wrażliwe na fragmentację terenów leśnych. Z kolei można przypuszczać, że na

większą fragmentację lasów pozytywnie reagują ptaki ekotonu polno–leśnego, ponieważ gatunki te są przystosowane do bytowania w środowiskach otwartych.

W okolicach Turwi znaczenie struktury krajobrazu dla gniazdowania poszczególnych gatunków w zadrzewieniach sprawdzono przez porównanie struktury krajobrazu wokół tych zadrzewień, w których dany gatunek gniazdował i wokół tych, w których gniazdowania nie stwierdzono. Analizę przeprowadzono dla gatunków występujących w co najmniej 10 % zadrzewień.

Zięba i trznadel występowały w prawie wszystkich zadrzewieniach, co świadczy o tym, że dla tych gatunków struktura krajobrazu nie odgrywa istotnej roli w wyborze miejsca rozrodu. Dla pozostałych 31 najpospolitszych gatunków znaczenie struktury krajobrazu sprawdzono przy pomocy analizy dyskryminacji, która umożliwiła rozpoznanie zmiennych opisujących strukturę krajobrazu, mających istotne znaczenie przy zasiedlaniu zadrzewień przez poszczególne gatunki. Wpływ struktury krajobrazu na wystąpienie w zadrzewieniu był istotny statystycznie dla ponad 40% gatunków. Do grupy tej należały: kos, kapturka, bogatka, modraszka, muchołówka szara, śpiewak, ortolan, gąsiorek, łożówka, raniuszek, dzięcioł duży, grubodziób, myszółow zwyczajny i piecuszek. Wpływ ten dotyczył wszystkich grup środowiskowych, ale względnie najsłabiej (4 z 11 gat.) od struktury krajobrazu zależało występowanie gatunków ekotonowych (ryc. 6).



Rycina 6. Liczba gatunków ptaków z poszczególnych grup środowiskowych, dla których struktura krajobrazu miała istotne znaczenie w zasiedlaniu zadrzewień (Tak) oraz nie miała takiego znaczenia (Nie).

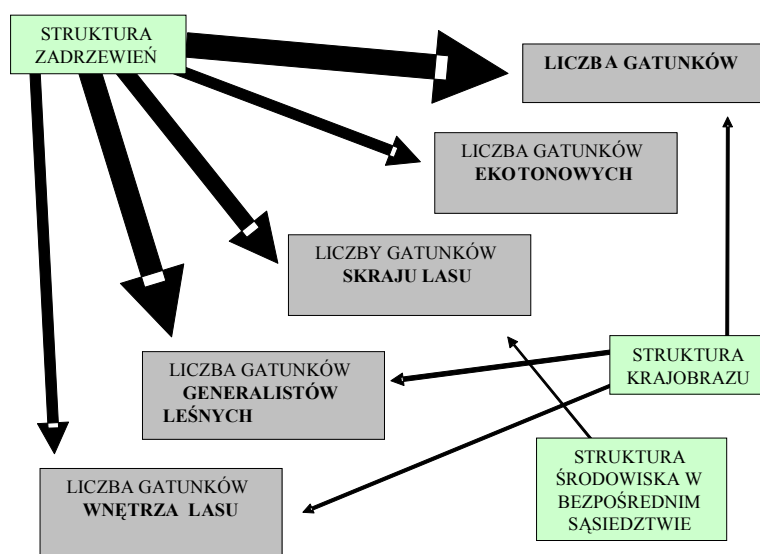
Figure 6. The species number in four ecological groups, for which the landscape structure significantly affected (Tak=yes) or did not affect (Nie=no) the colonization of wooded patches by the species.

Najistotniejszy udział w tych zależnościach miały zmienne opisujące obfitość lasów i zadrzewień oraz ich położenie w stosunku do badanego zadrzewienia. Ich wartości dodatnio wpływały na zasiedlanie zadrzewień przez 9 gatunków ptaków: kosa, kapturkę, bogatkę, modraszkę, muchołówkę szarą, śpiewaka, ortolana, dzięcioła dużego i grubodzioba, a ujemnie – na myszołowa i łożówkę.

Wyniki tych analiz wskazują więc, że struktura krajobrazu może wpływać na zasiedlanie zadrzewień przez niektóre gatunki ptaków. Zgodnie z oczekiwaniami są to głównie gatunki związane z lasem. Związki te są na tyle silne, że wpływają także na ogólną liczbę gatunków ptaków gniazdujących w zadrzewieniach.

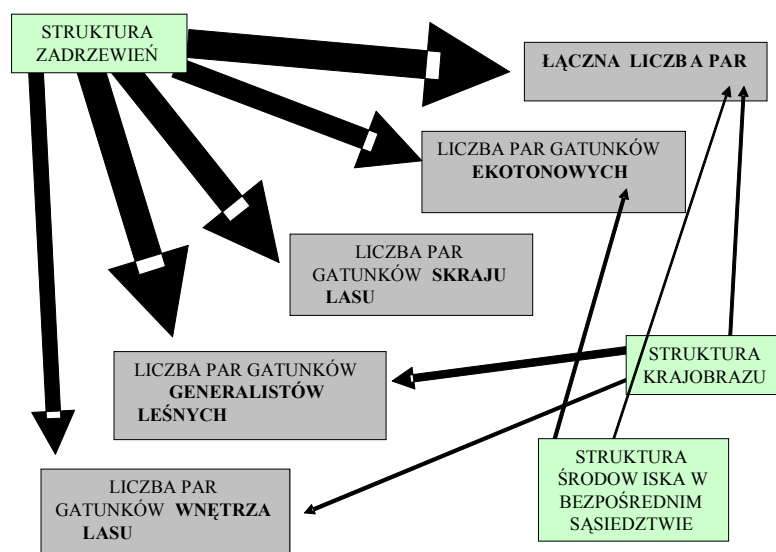
Podsumowanie analiz znaczenia czynników środowiskowych na zgrupowania ptaków zadrzewień: struktura zadrzewień, struktura środowiska w sąsiedztwie zadrzewień, czy struktura krajobrazu?

Względne znaczenie wszystkich grup czynników oceniono poprzez obliczenie względnych wartości współczynników determinacji modeli (ich procentowego udziału w objaśnianiu zmienności) określających siłę zależności liczby gatunków oraz liczebności ptaków w zadrzewieniach od trzech wymienionych grup czynników (ryc. 7 i 8).



Rycina 7. Znaczenie struktury środowiska i krajobrazu dla kształtowania się liczby gatunków ptaków w zadrzewieniach. Grubość strzałek odpowiada wielkości współczynników determinacji równań wyznaczonych metodą regresji krokowej.

Figure 7. The importance of habitat and landscape structure for bird species number in wooded patches. Arrow width is adequate to the value of the determining coefficient derived from step wise multiple regression.



Rycina 8. Znaczenie struktury środowiska i krajobrazu dla kształtowania się liczby par lęgowych w zadrzewieniach. Grubość strzałek odpowiada wielkości współczynników determinacji równań wyznaczonych metodą regresji krokowej.

Figure 8. The importance of habitat and landscape structure for number of breeding pairs in wooded patches. Arrow width is adequate to the value of the determinant coefficient derived from step-wise multiple regression.

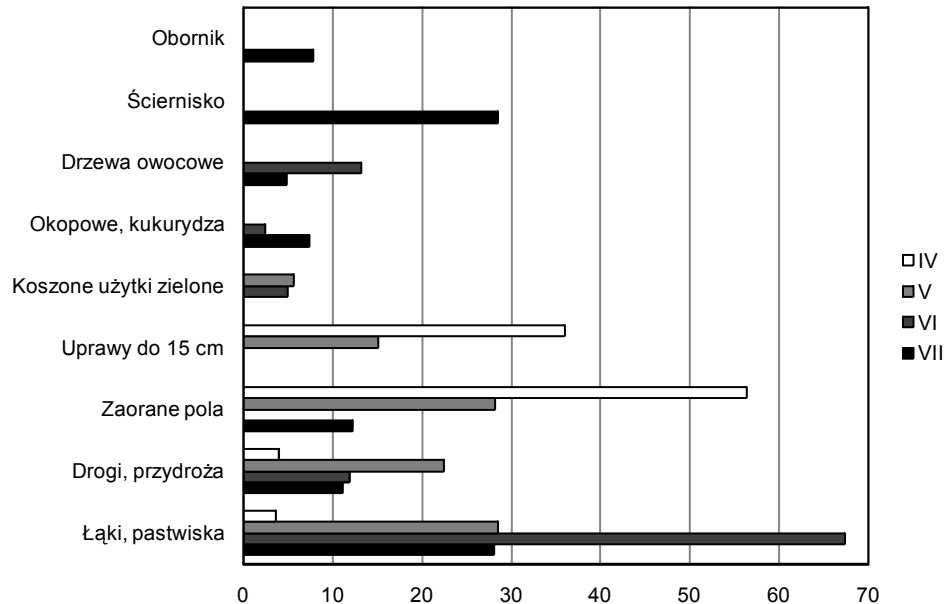
Z zestawienia wynika, że do pełnego zrozumienia uwarunkowania zmienności awifauny w zadrzewieniach konieczne jest branie pod uwagę czynników usytuowanych poza zadrzewieniami, to jest w bezpośrednim sąsiedztwie, a także w krajobrazie.

Behavior żerowiskowy ptaków gniazdujących w zadrzewieniach

Strategię żerowania w mozaice środowisk omówiono tutaj na przykładzie szpaka, który został objęty szeroko zakrojonymi badaniami w okolicach Turwi przez Boguckiego (1977), a informacje tam zawarte uzupełniono przedstawieniem przykładów schematu żerowania trznadla i gąsiorka na terenach rolniczych pod Ślężą (Wuczyński & Grzesiak 2007).

Znaczenie obecności mozaiki środowisk na terenach żerowiskowych danego gatunku dobrze ilustrują badania nad szpakiem (Bogucki 1977). Pokazano w nich, jak w trakcie sezonu zmieniają się preferencje żerowiskowe tego gatunku. W kwietniu szpaki żerowały najliczniej na zaoranych polach i uprawach z niską roślinnością, w maju – zaorane pola, drogi i przydroża oraz łąki i pastwiska, w czerwcu – łąki i pastwiska, a w lipcu – ścierniska oraz łąki i pastwiska (ryc. 9). Uwidacznia się tu preferowanie miejsc o roślinności w danym miesiącu niskiej,

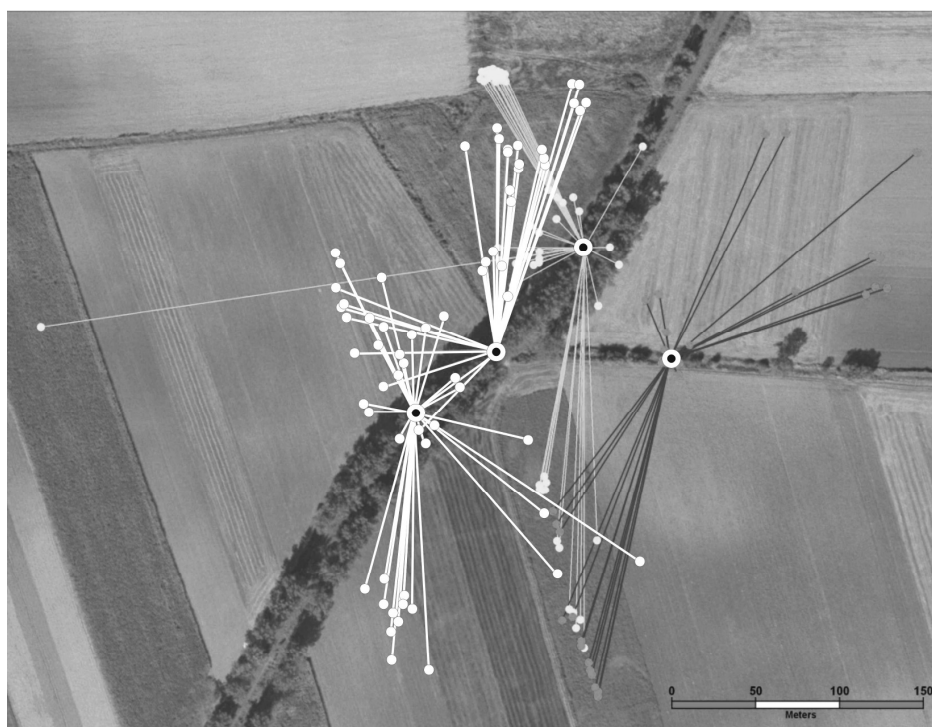
gdzie pokarm jest bardziej dostępny. Obecność takich miejsc we wszystkich czterech miesiącach okresu lęgowego wynikała właśnie z niejednorodnego środowiska.



Rycina 9. Średnia wielkość stada szpaków w wybranych środowiskach w poszczególnych miesiącach okresu lęgowego (opracowano na podstawie danych zawartych w publikacji Boguckiego 1977).

Figure 9. Mean size of Starling flocks in selected habitats in consecutive months of breeding season (prepared on the basis of data from the publication by Bogucki 1977).

Bardzo wyraźne preferencje środowiskowe trznadli podczas żerowania w okresie lęgowym wykazali Wuczyński & Grzesiak (2007) na podstawie wielu godzin obserwacji przy gniazdach. Wynika z nich, że po pierwsze, główne miejsce zdobywania pokarmu to pola uprawne w sąsiedztwie zadrzewień, a po drugie, że pewne miejsca są wyraźnie preferowane kosztem innych, właściwie w ogóle nie wykorzystywanych (ryc. 10). Przykład ten, tak jak powyższy, pokazuje bardzo duże znaczenie niejednorodności środowiska wokół zadrzewień, która zwiększa możliwości efektywnego wyszukiwania pokarmu dla młodych, a tym samym przyczynia się do podwyższenia sukcesu lęgowego.



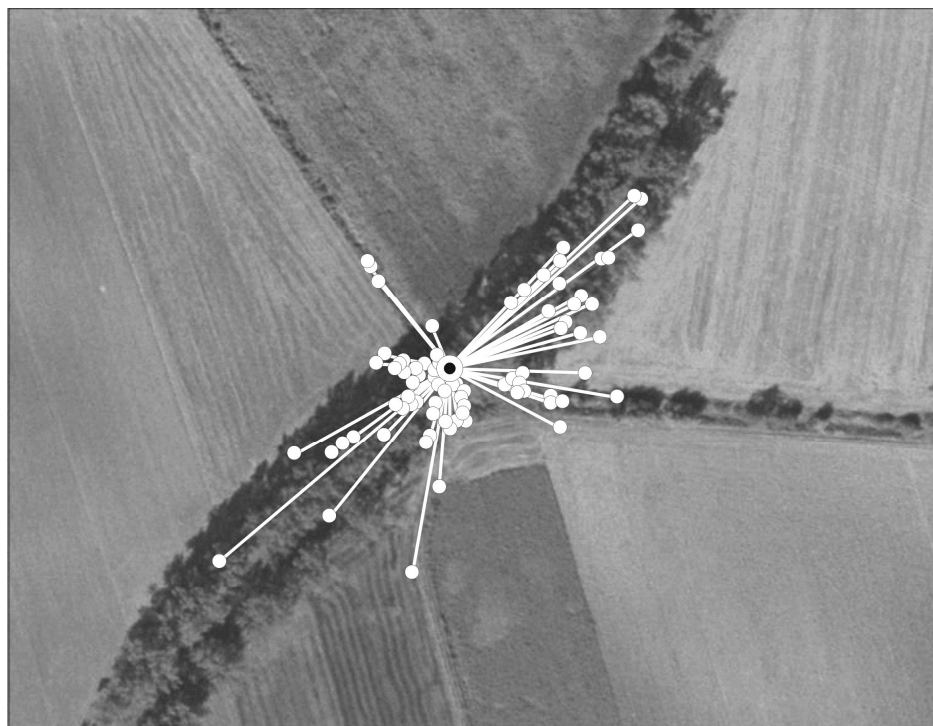
Rycina 10. Rozkład przestrzenny lotów po pokarm u trznadla.
Figure 10. Spatial pattern of flights for food – *Emberiza citrinella*.

W tych samych badaniach wykazano, że z innych elementów mozaiki środowisk korzysta gąsiorek, wykonując loty po pokarm dla młodych przede wszystkim do zakrzewionych obrzeży pól (ryc. 11). W ten sposób heterogeniczny układ różnych środowisk stwarza duże możliwości „mijania się” różnych gatunków podczas żerowania, a dzięki temu zmniejsza konkurencję i – czego można w rezultacie oczekiwać – podwyższa efektywność żerowania obecnych tam gatunków.

Awifauna pól uprawnych – znaczenie heterogeniczności terenów uprawnych oraz wpływ pobliskich zadrzewień śródpolnych

Sposób podejścia do badań awifauny zadrzewień położonych wśród pól, który zaprezentowano w poprzednich rozdziałach, można także („odwracając” relację między zadrzewieniami i polami uprawnymi) zastosować do pól uprawnych. W tym przypadku pytania brzmią:

- a) jakie znaczenie dla liczby gatunków i zagęszczenia ptaków typowo polnych ma rozdrobnienie pól?
- b) jaki wpływ na awifaunę pól ma obecność zadrzewień w ich bliskim sąsiedztwie?



Rycina 11. Rozkład przestrzenny lotów po pokarm u gąsiorka.

Figure 11. Spatial pattern of flights for food – *Lanius collurio*.

Próbie odpowiedzi na pierwsze pytanie podjęto po raz pierwszy w roku 1995, oceniając strukturę środowiska, zagęszczenie ptaków oraz liczbę gatunków z punktów ($N=43$) rozmieszczonych na polach uprawnych w PKDCh z dala od zadrzewień. Wskaźnik zagęszczenia ptaków wynosił od 1 do 11 par lęgowych na punkt, prawie 75 % wartości znajdowało się w zakresie od 5 do 8 par na punkt, a średnie zagęszczenie wynosiło 6,4 przy odchyleniu standardowym równym 2,05. Aby zbadać wpływ rozdrobnienia pól na ptaki, punkty podzielono na dwie grupy: I – pola uproszczone, z jedną lub dwiema uprawami, oraz II – pola urozmaicone, z trzema lub więcej uprawami. Wokół punktów z grupy I średnia liczba par wynosiła 6,2 i średnia liczba gatunków – 2,7, natomiast w grupie II średnia liczba par wynosiła 7, a gatunków – 2,4. Zatem zarysowała się różnica w liczbie par na korzyść pól rozdrobnionych, ale była ona nieistotna statystycznie. W roku 2007 ponownie oceniono zagęszczenie ptaków wokół punktów ($N=34$) rozmieszczonych na polach uprawnych, ale nieco dokładniej zmierzono różnorodność środowiska, ponieważ oprócz policzenia typów upraw, obliczono także (na podstawie udziałów procentowych poszczególnych typów środowisk) wskaźnik różnorodności H' . Badania te dotyczyły wpływu lisa na rozmieszczenie i zagęszczenie ptaków (Kujawa & Łęcki 2008), ale zebrane dane

wykorzystano w niniejszym opracowaniu także do sprawdzenia znaczenia rozdrobnienia i różnorodności upraw dla zróżnicowania awifauny pól uprawnych. Liczba gatunków ptaków i wskaźnik zagęszczenia (liczba par na punkt) były dodatnio związane zarówno z liczbą typów upraw (wsp. korelacji Gamma równy odpowiednio 0,47 i 0,43 przy $P < 0,01$), jak ze wskaźnikiem różnorodności (Gamma równe 0,42 i 0,39 przy $P < 0,01$) (ryc. 12).

Wpływ sąsiedztwa zadrzewień na awifaunę pól uprawnych w okolicach Turwi oceniono na podstawie danych z liczeń z punktów prowadzonych w roku 1995 (zob. wyżej). Stwierdzono, że zagęszczenie ptaków wzrastało ($r = 0,30$, $P < 0,05$) wraz z odległością od zadrzewień. Średnie zagęszczenie ptaków w obrębie punktów położonych blisko ($< 200\text{m}$) zadrzewień wynosiło 5,9 par na punkt, a daleko od nich – 7,3 pary na punkt ($P < 0,05$ w teście t).

Nieco bardziej szczegółowo, negatywne oddziaływanie zadrzewień na ptaki pól uprawnych zbadano także za pomocą liczenia ptaków na transektach położonych w trzech kategoriach pól uprawnych: z dala od zadrzewień, wzdłuż zadrzewień słabo rozwiniętych (starych zadrzewień pasowych z lukami w drzewostanie, pasowych zadrzewień z młodym drzewostanem i zakrzewień) oraz zwartych, dobrze rozwiniętych zadrzewień z dojrzałym drzewostanem). W grupie ptaków pól uprawnych liczba gatunków była w tych trzech kategoriach środowisk zbliżona i wynosiła odpowiednio 8, 7 i 6, natomiast zagęszczenie różniło się znacznie – wynosiło 93, 68 i 50 par/100 ha (Kujawa 1996c).

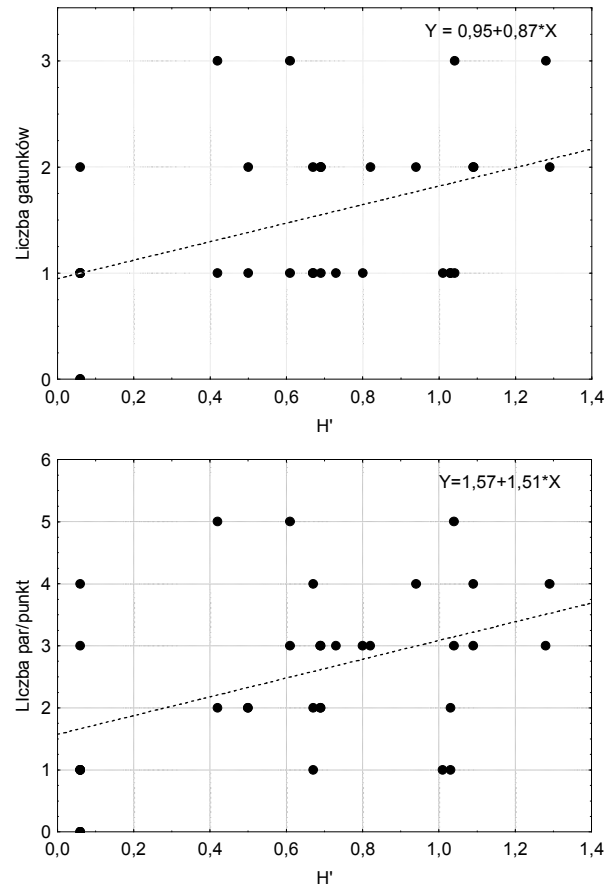
Badania te wskazują na dwojakie znaczenie zadrzewień dla ptaków krajobrazu rolniczego: pozytywny wpływ dla gatunków leśnych oraz ekotonowych, ale negatywny – dla ptaków typowych dla pól uprawnych. Oznacza to, że w pewnych warunkach zakładanie zadrzewień śródpolnych może być wręcz nie wskazane, gdy bilans zysków (dla ptaków leśnych i ekotonowych) i strat (dla ptaków polnych) okaże się ujemny w konfrontacji z ustalonymi celami działań na rzecz ochrony awifauny.

Wpływ drapieżnictwa na awifaunę mozaiki środowisk

Często powtarzany jest pogląd, że fragmentacja lasów jest niekorzystna dla awifauny leśnej, ponieważ związany z tym procesem wzrost długości ekotonów przyczynia się do łatwiejszej penetracji terenów leśnych przez drapieżniki, a tym samym do wzrostu presji drapieżniczej i podwyższenia śmiertelności ptaków. Jednym z drapieżnych ssaków „podejrzewanych” o poważny wpływ na ptaki (na całe zgrupowania) i to w skali kraju, jest lis, jako oportunistyczny drapieżnik o znacznym wzroście populacji.

Teoretycznie, wpływ lisa na ptaki może być dwojaki: polowanie i redukcja liczebności ofiar poprzez zwiększoną śmiertelność oraz – w przypadku, gdy presja tego ssaka na ptaki jest na tyle ewolucyjnie istotna, że ma odzwierciedlenie w adaptacjach – unikanie przez ptaki miejsc penetrowanych przez lisy, zwłaszcza okolic ich nor rozrodczych. W odniesieniu do ptaków gniazdujących w zadrzewieniach, badania oddziaływania lisa na populacje potencjalnych ofiar nie potwierdzają opinii o dużym znaczeniu lisa w silnie rozdrobnionych lasach.

Po pierwsze, drobne ptaki z rzędu *Passeriformes*, stanowiące ogromną większość awifauny zadrzewień, stanowią w pokarmie lisa znikomy udział (Goszczyński 1974, Blanco 1986, Kożena 1988, Weber 1996, Gołdyn et al. 2003), a dominującym rodzajem pokarmu są drobne ssaki, zwłaszcza norniki.



Rycina 12. Zależność między różnorodnością pól uprawnych (wskaźnik H') a liczbą gatunków i zagęszczeniem ptaków.

Figure 12. The relationships between crop fields diversity (H' index) and bird species number and density.

Po drugie, w badaniach prowadzonych głównie na obszarze PKDCh podsumowanych przez Kujawę & Łęckiego (2008) wykazano brak jakichkolwiek zależności czasowo-przestrzennych między rozmieszczeniem czynnych nor lisa a rozmieszczeniem i zagęszczeniem ptaków w okresie lęgowym. Między innymi wpływ obecności nor na zagęszczenie ptaków w zadrzewieniach był nieistotny w analizie różnic występujących między zadrzewieniami z norami i bez nor, a także zagęszczenie ptaków w wieloletniej serii obserwacji w zadrzewieniach

zmieniało się bez związku z obecnością nor w danym roku (Kujawa & Łęcki 2008).

Długoterminowe zmiany awifauny w zadrzewieniach

Mozaikowość krajobrazu często była i jest traktowana jako cecha terenów rolniczych, która jest kluczowa dla zachowania wysokiej różnorodności biologicznej (Ryszkowski et al. 2002). Postulat podejmowania działań zwiększających różnorodność krajobrazu jako sposobu na łagodzenie negatywnych środowiskowych skutków prowadzenia intensywnej gospodarki rolnej został sformułowany już dawno temu między innymi w strategii zachowania zasobów żywych (Ryszkowski & Bałazy 1991), a niedawno Benton et al. (2003) w swojej przeglądowej pracy określili zachowanie różnorodności siedlisk jako uniwersalny sposób zapobiegania spadkowi różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym.

Do tej pory skuteczność zapobiegania spadkowi różnorodności biologicznej na terenach rolniczych poprzez kształtowanie krajobrazu jako mozaiki środowisk była sprawdzana wielokrotnie, ale głównie poprzez porównania między wycinkami krajobrazu uproszczonego i urozmaiconego, w tym także dla ptaków w Polsce (Tryjanowski et al. 2009). Jednak ostateczną weryfikację skuteczności takiego podejścia przynosi dopiero analiza trendów długoterminowych. Najbardziej reprezentatywny materiał na ten temat zgromadzono w PKDCh, gdzie objęcie już dawno (lata 1980.) ochroną zadrzewień śródpolnych pozwoliło na stworzenie unikatowego „eksperymentalnego” układu krajobrazowego. Polega on na tym, że chociaż rolnictwo podlegało tam intensyfikacji (np. plon pszenicy od lat 50. wzrósł 2,5-krotnie, nawożenie mineralne – 5-krotnie, a ilość ciągników 16-krotnie) to jednocześnie struktura zadrzewień pozostała bez zmian. Jest to sytuacja nietypowa, ponieważ intensyfikacji rolnictwa najczęściej towarzyszy scalanie gruntów ornych, powiększanie arealu zasiewów, a w rezultacie likwidację środowisk marginalnych, w tym – zadrzewień. Dzięki temu możliwe było sprawdzenie efektywności ochrony awifauny w warunkach prowadzenia intensywnej gospodarki rolnej poprzez utrzymanie znacznej ilości zadrzewień śródpolnych. Począwszy od roku 1964 zebrany został materiał, który stanowił podstawę do przeprowadzenia takiej analizy (Kujawa 2002, 2008), a jej najważniejsze wyniki omówiono w tej części artykułu.

Wg Kujawy (2002) zgrupowanie ptaków w okresie od lat 60. do 90. ubiegłego wieku w zadrzewieniach było stosunkowo stabilne. Liczba gatunków nawet nieco wzrosła (z 44 do 51 na 22 powierzchniach badawczych obejmujących różnorodne zadrzewienia – aleje, pasy i kępy drzew), a zagęszczenie zmniejszyło się nieco tylko w tych zadrzewieniach, w których prowadzono wycinkę drzew. Jednak zebrane dane wskazywały także na zachodzenie pewnych zmian w strukturze tego zgrupowania, np. na zmniejszanie się zagęszczenia w grupie ptaków ekotonowych, typowych dla terenów rolniczych, gniazdujących na polach uprawnych, lub korzystających z nich jako z terenów żerowiskowych.

Wobec tego badania te kontynuowano w latach 1999–2002 i 2005–2006 (Kujawa 2008).

Do oceny zagęszczeń ptaków we wszystkich latach badań stosowano metodę kartograficzną, a zmiany w zgrupowaniu przedstawiono tu na podstawie dwóch zbiorów danych. Jeden dotyczy niewielkiej liczby zadrzewień (N=6), ale za to objętych badaniami w 13 sezonach lęgowych: w latach 1964–1966 (Gromadzki 1970), 1991–1994, 1999–2002 oraz 2005–06 (dane własne, Kujawa 2008). Drugi zbiór, dotyczący większej grupy zadrzewień (N=54), posłużył do sprawdzenia zmian w zgrupowaniu ptaków, które zaszły na początku XXI wieku, pomiędzy latami 2000 i 2006, i do rozstrzygnięcia, czy wnioski wynikające z analizy zmian dokonanej na podstawie mniejszej liczby zadrzewień, są prawdziwe.

W pierwszej grupie zadrzewień (N=6) badanych w czterech okresach (okres I: 1964–1966, II: 1991–1994, III: 1999–2000, IV: 2005–2006) gniazdowało kolejno 39, 44, 41 i 26 gatunków. Problemem metodycznym w tym przypadku jest nierówna długość okresów, a liczba gatunków jest z zasady silnie zależna od długości prowadzenia badań. W szczególności najuboższy w gatunki okres IV objął tylko dwa lata, czyli dwukrotnie mniej, niż w okresach II i III oraz o połowę krócej, niż w okresie I. Aby wyeliminować wpływ długości okresu prowadzenia badań na liczbę gatunków, sprawdzono także, ile gatunków w okresie 1999–2002 gniazdowało w kolejnych dwuletnich przedziałach czasowych. Stwierdzono w nich odpowiednio 38, 38 i 35 gatunków, a zatem w okresie IV liczba gatunków (26) jednak zmniejszyła się znacznie. Zatem liczba gatunków utrzymywała się na podobnym poziomie do końca XX wieku, a potem zmniejszała się (Kujawa 2008).

Zagęszczenie ptaków zmieniało się podobnie do liczby gatunków. Do końca XX wieku wynosiło około 15–17 par/ha, a w kolejnych latach (2001–2006) zmniejszyło się do około 11 par/ha. Ten spadkowy trend dotyczył w różnym stopniu poszczególnych grup ptaków. W grupie gatunków leśnych najpierw (na przełomie wieków) zagęszczenie zwiększyło się z 9 do około 12 par/ha, ale potem zmniejszyło się do wartości nieco niższej (do około 8 par/ha), niż w latach 60. Z kolei zagęszczenie ptaków ekotonowych, związanych z terenami uprawnymi, zmniejszało się stale: od ok. 7,5 par/ha w okresie I, do ok. 3 p/ha w okresie IV. W rezultacie, w latach 60. i na początku lat 90. ubiegłego wieku ptaki związane z terenami uprawnymi stanowiły ponad 40% zgrupowania, a począwszy od roku 1999 ich udział zmniejszył się do poniżej 30% zgrupowania (Kujawa 2008).

Obserwacje na temat spadku zagęszczeń ptaków na początku tego wieku zostały potwierdzone dzięki przeprowadzeniu ocen zagęszczeń ptaków w znacznej liczbie zadrzewień (N=55) w latach 2000–2002, a następnie 2005–2006. Wynika z nich, że liczba gatunków ptaków (także w odniesieniu do ptaków „leśnych” oraz „polnych”) w tym okresie zmniejszyła się (tab. 5).

Tabela 5. Średnia liczba gatunków w zadrzewieniu w okresach 2000–2002 i 2005–2006 oraz istotność różnic P między średnimi (w teście par z powiązaniem) (wg Kujawy 2008).

Table 5. Mean number of species per wooded patch in 2000–2002 and 2005–2006 and the significance of the differences between the mean numbers (T-test for matched pairs) (after Kujawa 2008).

Grupa gatunków	2000–2002		2005–2006		P
	Średnia	Odch. stand.	Średnia	Odch. stand.	
"Leśne"	5,8	3,6	5,1	3,3	<0,01
"Polne"	2,6	1,1	2,3	1,1	<0,01
Wszystkie	8,6	4,3	7,5	3,9	<0,001

Również zagęszczenie ptaków w tym czasie wykazywało tendencję spadkową. Średnie zagęszczenie ptaków w pierwszym okresie było wyższe niż w ostatnich dwóch latach badań (tab. 6) i dotyczyło to zarówno całego zgrupowania, jak i obu wyróżnionych grup. Spadek zagęszczenia pomiędzy dwoma okresami wyniósł około 17% dla całości zgrupowania, jak i dla obu grup środowiskowych.

Tabela 6. Porównanie średniego zagęszczenia ptaków w okresach 2000–2002 oraz 2005–2006 przy użyciu testu kolejności par Wilcoxona. P – istotność statystyczna (wg Kujawy 2008).

Table 6. Comparison of mean bird density between 2000–2002 and 2005–2006 (Wilcoxon's test). P – statistical significance (after Kujawa 2008).

Grupa ptaków	2000–2002	2005–2006	Spadek (w %)	P
„Leśne”	10,2	8,5	17,0	<0,01
„Polne”	4,3	3,5	17,8	>0,05
Razem	14,8	12,2	17,3	<0,01

W idei zachowania urozmaiconego krajobrazu rolniczego, propagowanym przez wiele ośrodków naukowych w Polsce, a także zawartym w jednej ze strategii ochrony zasobów żywych (Ryszkowski & Bałazy 1991) zakłada się, że zachowanie urozmaiconej struktury krajobrazu stanowi skuteczny sposób łagodzenia negatywnych wpływów intensyfikacji rolnictwa na organizmy, a w efekcie pozwala zachować stosunkowo wysoki poziom różnorodności biologicznej terenów rolniczych przy intensywnej gospodarce rolnej.

Omówione w niniejszym opracowaniu wyniki badań wskazują na ograniczone możliwości łagodzenia wpływu intensyfikacji rolnictwa na awifaunę zadrzewień poprzez samo tylko zachowanie zadrzewień w dobrym stanie. Zaprezentowane wyżej dane wskazują na to, że zagęszczenie populacji oraz bogactwo gatunkowe w grupie gatunków występujących w zadrzewieniach, ale korzystających z terenów uprawnych obniżają się i to od wielu lat. Również Monitoring

Pospolitych Ptaków Lęgowych Polski (Chylarecki et al. 2006) wykazuje zmniejszanie się populacji ptaków krajobrazu w skali całej Polski, w tym także w Wielkopolsce. Wydaje się, że wprowadzanie nowych odmian (wzrost udziału upraw ozimych) oraz upraszczanie struktury zasiewów na bardzo dużych obszarach (np. całego województwa lub nawet kraju) ma na lokalne zgrupowania ptaków lęgowych wpływ silniejszy, niż działania lokalne, np. zachowanie bogatej sieci zadrzewień.

Ponadto na podstawie danych z lat 2000–2006 można wnioskować, że trendy spadkowe dotyczą już także gatunków „leśnych”, które do tej pory były co najmniej stabilne pod względem liczebności populacji i bogactwa gatunkowego, a w pewnych okresach zanotowano nawet trendy wzrostowe. Zjawisko zmniejszania się populacji niektórych gatunków typowo leśnych, nawet pospolitych, jak np. sikora uboga, rudzik i pełzacz ogrodowy, stwierdzono także w skali Polski (Chylarecki et al. 2006).

Podsumowanie i wnioski

W kształtowaniu się zgrupowań ptaków mozaiki środowisk w krajobrazie rolniczym istotne są dwa antropogeniczne procesy: fragmentacja środowisk oraz zmiana stopnia zróżnicowania środowisk (w tym także często pomijany wzrost ich niejednorodności). Na podstawie badań prowadzonych od lat 60. XX wieku w okolicach Turwi w Parku Krajobrazowym im. gen. D. Chłapowskiego, stanowiących wyrazisty przykład obszaru poddawanego w przeszłości obu tym procesom (niewielki udział rozdrobnionych lasów, ale bogata i stabilna od wielu lat sieć różnorodnych zadrzewień śródpolnych), stwierdzono:

- a) wysoką liczbą gatunków (ponad 70) i zagęszczenie ptaków (ok. 140 par/100 ha);
- b) na wartości obu ww. cech zgrupowania ma udział powierzchniowy zadrzewień i lasów, ale już od 40–50% udziału tych środowisk obie wartości nie wzrastają;
- c) potencjał zadrzewień jako miejsc rozrodu gatunków jest znaczny: w grupie około 80 zadrzewień objętych badaniami od roku 1964 przez łącznie 14 lat stwierdzono gniazdowanie 97 gatunków;
- d) najważniejszym dla podnoszenia liczby gatunków rodzajem zadrzewienia są owalne kępy drzew (typowe „wyspy leśne”), a najmniej spośród badanych – aleje drzew;
- e) kluczową cechą zadrzewień dodatnio wpływającą na liczbę gatunków i liczbę gniazdujących par jest powierzchnia zadrzewienia, ale powiązania poszczególnych gatunków z tą zmienną są zróżnicowane: od silnego związku aż do jego braku; najslabiej z wielkością zadrzewień powiązana jest liczba par lęgowych w grupie gatunków ekotonowych, a najsilniej – wszędobylskich, niewyspecjalizowanych gatunków leśnych
- f) progowa wartość minimalnej wielkości zadrzewień wymaganych przez poszczególne gatunki była silnie zróżnicowana, ale generalizując, można

- stwierdzić zaskakująco dużo gatunków uważanych za typowo leśne, gniazdujących regularnie w tych niewielkich (<3ha) zadrzewieniach; największej powierzchni zadrzewień wymagały zgodnie z oczekiwaniami gatunki wnętrza lasu, ale nie stwierdzono różnic między gatunkami ekotonowymi, skraju lasu oraz wszędobylskimi gatunkami leśnymi; część gatunków może w obrębie jednego terytorium „posiadać” kilka zadrzewień, co utrudnia analizę progowej minimalnej wielkości;
- g) dla części gatunków wpływ ma nie tylko struktura zadrzewień, ale także jakość środowiska przylegającego do zadrzewień, a zwłaszcza ich zróżnicowanie i rozdrobnienie (im wyższe tym lepiej) oraz struktura krajobrazu wokół kęp (zwłaszcza im większy udział lasów i zadrzewień, oraz im mniejsze odległości między nimi, tym lepiej)
 - h) analiza lotów pokarmowych gąsiorka i trznadla wskazuje na to, że mozaikowość środowiska ma dodatni wpływ dzięki co najmniej dwóm mechanizmom: umożliwia efektywny wybór dogodnego żerowiska w poszczególnych etapach lęgów oraz poprzez tworzenie wielu mikro-nisz, stwarza możliwości efektywnego wyszukiwania pokarmu w tym samym czasie („obok siebie”) gatunkom ptaków o odmiennych adaptacjach i wymaganiach pokarmowych;
 - i) dodatni wpływ na zróżnicowanie i liczebność awifauny polnej ma rozdrobnienie pól a ujemny – obecność dobrze rozwiniętych, wysokich i zwartych zadrzewień śródpolnych;
 - j) badania nad relacjami czasowo-przestrzennymi między występowaniem lisa oraz ptaków krajobrazu rolniczego wskazują na to, że znaczenia lisa jako czynnika kształtującego całe zgrupowania jest znikome;
 - k) analiza zmian długoterminowych wskazuje na to, że nawet na obszarze, gdzie znajduje się wiele zadrzewień śródpolnych, nie są one w pełni skuteczne w łagodzeniu negatywnych efektów środowiskowych dla ptaków, wynikających z intensyfikacji rolnictwa; wobec tego konieczne jest podjęcie działań także w obrębie pól uprawnych (ekstensyfikacja i zwiększanie heterogenności pól).

Piśmiennictwo

- Benton T.G., Vickery J.V., Wilson J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18: 182–188.
- Blanco J. C. 1986. On the diet, size and use of home range and activity patterns of a red fox in Central Spain. *Acta Theriol.* 31: 547–556.
- Bogucki Z. 1977. Zagadnienia biologii i ekologii szpaka (*Sturnus vulgaris* L.) oraz próba określenia jego roli w agrocenozach. UAM, Poznań.
- Chylarecki P., Jawińska D., Kuczyński L. 2006. Monitoring Pospolitych Ptaków Lęgowych – Raport z lat 2003–2004. OTOP. Warszawa.
- Cieślak M., Dombrowski A. 1993. The effect of forest size on breeding bird communities. *Acta orn.* 27: 97 – 111.

- Clergeau P., Burel F. 1997. The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution. *Landscape and Urban Planning* 38: 37–43.
- Crutzen, P.J., Stoermer E.F. 2000. "The 'Anthropocene'". *Global Change Newsletter* 41: 17–18.
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574.
- Franklin A.B., Noon B.R., George T.L. 2002. What is habitat fragmentation? *Studies in Avian Biology* 25: 20–29.
- Gołdyn B., Hromada M., Surmacki A., Tryjanowski P. 2003: Habitat use and diet of the red fox *Vulpes vulpes* in an agricultural landscape in Poland. *Zeitschrift für Jagdwissenschaften* 49: 191–200.
- Goszczyński J. 1974. Studies on the food of foxes. *Acta Theriol.* 21: 527–534.
- Gromadzki M. 1969. Composition of food the starling, *Sturnus vulgaris* L., in agroecosystems. *Ekologia Polska – seria A*, 16: 287–311.
- Gromadzki M. 1970. Breeding communities of birds in mid-field afforest areas. *Ekologia Polska* 13: 307–350.
- Haas C. A. 1995. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation Biology* 9: 845–854.
- Hinsley S. A., Bellamy P. E., Newton I. 1995a. Bird species turnover and stochastic extinction in woodland fragments. *Ecography* 18: 41–50.
- Hinsley S. A., Bellamy P. E., Newton I., Sparks T. H. 1995b. Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. *Journal of Avian Biology* 26: 94–104.
- Jokimäki J., Huhta E. 1996. Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. *Ornis Fennica* 73: 97–113.
- Karg J., Kujawa K. 2002. Wpływ zadrzewień śródpolnych na poziom różnorodności biologicznej i obfitość zwierząt w krajobrazie rolniczym. *Działalność naukowa – wybrane zagadnienia* 13 (maj 2002), s. 110–112.
- Karg J., Karlik B. 1993. Zadrzewienia na obszarach wiejskich. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN. Poznań.
- Karg J., Łęcki R., Szajdak L., Kujawa K., Kujawa A., Bernacki Z. 2003. Przegląd badań ekologicznych prowadzonych na terenie Parku Krajobrazowego im. gen. D. Chłapowskiego. *Biul. Parków Krajobr. Wielkop.* 11: 30–50.
- Kožena I. 1988. Diet of the red fox (*Vulpes vulpes* L.) in agroecosystems in southern Moravia. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovacae* Brno 22: 1–24.
- Kujawa K. 1992. Znaczenie parków przypałacowych dla ochrony bogactwa ptaków w krajobrazie rolniczym. W: Bałazy S., Ryszkowski L. (red.) *Produkcja pierwotna, zasoby zwierząt i wymywanie materii organicznej w krajobrazie rolniczym*. ZBSRiL PAN, Poznań, s. 137–150.

- Kujawa K. 1994. Influence of land–use change within agricultural landscapes on the abundance and diversity of breeding bird communities. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.) Functional Appraisal of Agricultural Landscapes in Europe (EUROMAB and INTECOL Seminar). ZBSRiL PAN, Poznań, s. 183–196.
- Kujawa K. 1996a. Wpływ struktury krajobrazu rolniczego na awifaunę lęgową. Praca doktorska, Uniwersytet Wrocławski.
- Kujawa K. 1996b. Wpływ struktury przestrzennej krajobrazu na zgrupowania ptaków lęgowych Parku Krajobrazowego im. D. Chłapowskiego. Biul. Parków Krajobr. 3: 83–90.
- Kujawa K. 1996c. Wpływ struktury zadrzewień śródpolnych na zgrupowania ptaków lęgowych w krajobrazie rolniczym. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.) Ekologiczne procesy na obszarach intensywnego rolnictwa. ZBSRiL PAN, Poznań, s. 83–90.
- Kujawa K. 1997. Relationships between the structure of midfield woods and their breeding bird communities. Acta Ornithologica 32: 175–184.
- Kujawa K. 2000. Awifauna Parku Krajobrazowego im. gen. D. Chłapowskiego. W: Winiecki A. (red.) Ptaki Parków Krajobrazowych Wielkopolski. Wielkopolskie Prace Ornitologiczne 9: 89–121.
- Kujawa K. 2002. Population density and species composition changes for breeding bird species in farmland woodlots in western Poland between 1964 and 1994. Agric., Ecos & Envir. 91: 261–271.
- Kujawa K. 2006. Wpływ struktury zadrzewień oraz struktury krajobrazu rolniczego na zgrupowania ptaków lęgowych w zadrzewieniach. Rozprawy naukowe AR im. A. Cieszkowskiego 381, Poznań.
- Kujawa K. 2008. Długoterminowe zmiany (1964–2006) w zgrupowaniu ptaków lęgowych zadrzewień śródpolnych w Parku Krajobrazowym im. gen. Dezyderego Chłapowskiego (Wielkopolska). W: Kaczmarek S. (red.), Krajobraz i bioróżnorodność. Wyd. Uczel. UKW, Bydgoszcz, s. 151–167.
- Kujawa K., Łęcki R. 2008. Does Red Fox *Vulpes vulpes* affect bird species richness and abundance in an agricultural landscape? Acta Ornithologica 43: 167–178.
- Kurlavicius P. 1995. Birds of Forest Islands in South – East Baltic Region. Baltic ECO, Vilnius.
- Love D., Grzybowski J. A., Knopf F. L. 1985. Influence of various land uses on windbreak selection by nesting Mississippi Kites. Wilson Bull. 97: 561–565.
- Mason C. F. 2001. Woodland area, species turnover and the conservation of bird assemblages in lowland England. Biodiversity and Conservation 10: 495–510.
- Ryszkowski L., Bałazy S. 1991. Strategia ochrony żywych zasobów przyrody w Polsce, ZBSRiL PAN, Poznań 1991.

- Ryszkowski L., Karg J., Kujawa K. 1999. Ochrona i kształtowanie różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.). Uwarunkowania ochrony różnorodności biologicznej i krajobrazowej. s. 59–80.
- Ryszkowski L., Karg J., Kujawa K., Gołdyn H., Arczyńska-Chudy E. 2002. Influence of landscape mosaic structure on diversity of wild plant and animal communities in agricultural landscape of Poland. W: Ryszkowski L. (red.). Landscape ecology in agroecosystems management. CRC Press, Boca Raton, New York, Washington D.C., s. 185–217.
- Surmacki A. 1998. Breeding avifauna of small mid-field ponds in North-western Poland. *Acta Ornithologica* 33, 3–4: 149–158.
- Tryjanowski P. 1999. Effect of habitat diversity on breeding birds: comparison of farmland bird community in the region of Wielkopolska (W. Poland) with relevant data from other European studies. *Polish Journal of Ecology* 47: 153–174.
- Tryjanowski P., Kuźniak S., Kujawa K., Jerzak L. 2009. Ekologia ptaków krajobrazu rolniczego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Tworek S. 1998. Znaczenie zróżnicowania siedlisk dla awifauny lęgowej terenów rolniczych w dolinie Rudawy koło Krakowa. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 54, 2: 39–52.
- van Dorp D., Opdam P. F. M. 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecology* 1: 59–73.
- Vitousek P. M., Mooney H. A., Lubchenco J., Melillo J. M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494–499.
- Weber J.–M. 1996. Food selection by adult red foxes *Vulpes vulpes* during a water vole decline. *Wildl. Biol.* 2: 283–288.
- Wuczyński A., Grzesiak W. 2007. Zastosowanie GIS w analizie wykorzystania przestrzeni przez gąsiorki (*Lanius collurio*) i trznadle (*Emberiza citrinella*) gniazdujące w śródpolnych pasmach. W: Biesiadka A. (red.) Ogólnopolski Kongres Zoologiczny "Zmienność – Adaptacja – Ewolucja", Olsztyn 12–16 IX 2007. Wyd. Biologii UWM, PTZool. (abstrakt referatu).
- Zajączkowski K. 2005. Regionalizacja potrzeb zadrzewieniowych w Polsce. Prace IBL – rozprawy i monografie 4. IBL, Warszawa.