

Rozdział dotyczący metodyki i opracowanie materiału z opracowania: Sikora A., Neubauer G., Półtorak W., Rohde Z. 2016. Monitoring liczebności populacji muchołówki małej *Ficedula parva* w granicach obszaru Natura 2000 Puszcza Darżłubska PLB220007

## 4. Metodyka i opracowanie materiału

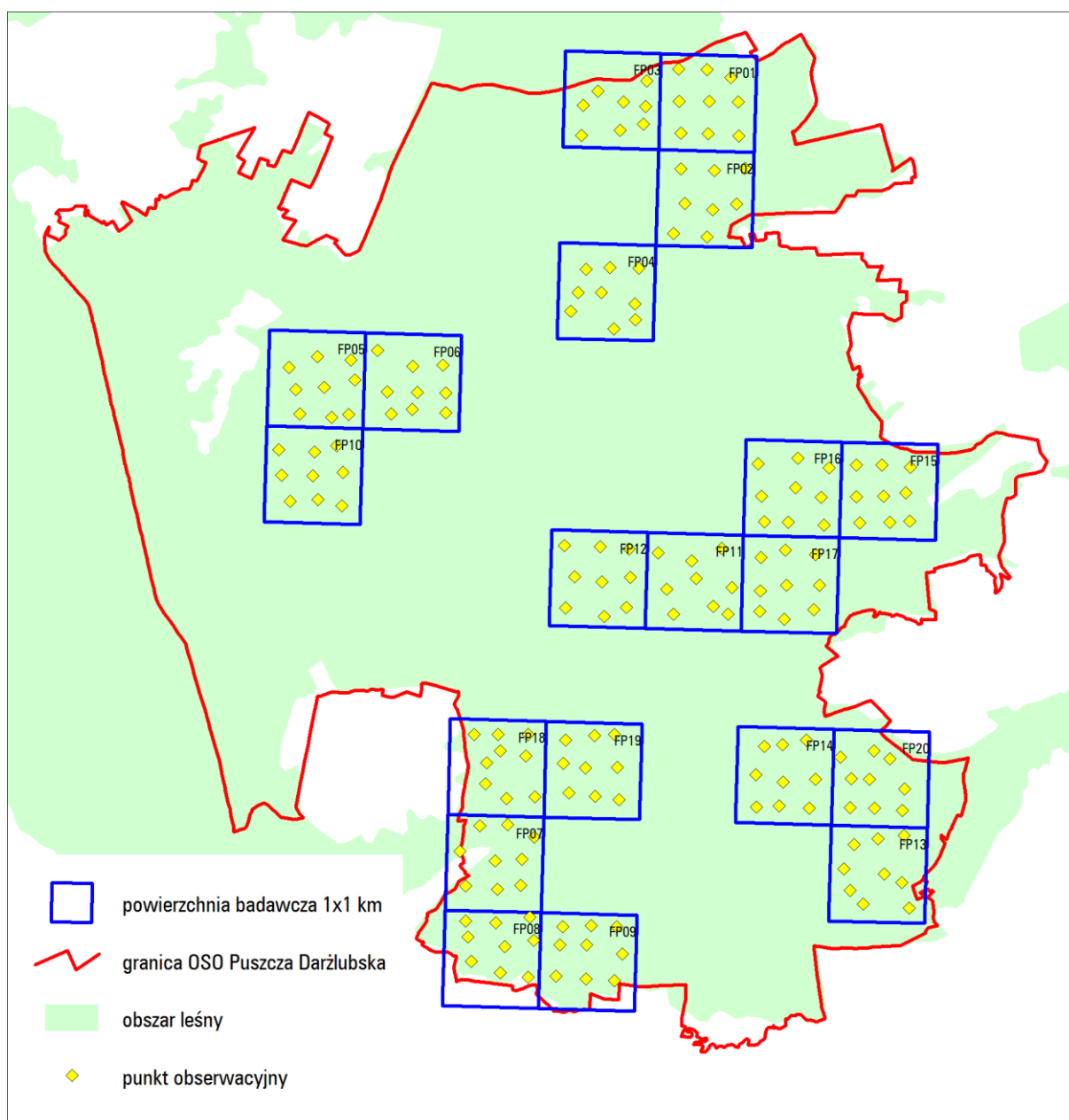
### 4.1. Metodyka

Założenia metodyczne monitoringu muchołówki małej w okresie lęgowym były w znacznej mierze oparte na zaleceniach zaproponowanych przez Walankiewicza et al. (2015) z drobnymi modyfikacjami wynikającymi ze specyfiki badanego terenu i warunków atmosferycznych w roku 2016:

- przeprowadzono dwa liczenia śpiewających samców w terminach 9–12 maja i 18–23 maja (tab. 1). Liczenia odbyły się w zalecanych terminach, jednak ze względu na opóźnienie się przylotu muchołówek małych w wyniku zimnej aury na przełomie kwietnia i maja, rozpoczęto je odpowiednio o 3 i 2 dni później w stosunku do zalecanego rozpoczęcia liczeń (6 maj – liczenie pierwsze i 16 maj – liczenie drugie);
- liczenia odbywały się od godzin porannych do popołudniowych; jak wykazano podczas prac terenowych wykonanych w roku 2015 w lasach trójmiejskich, nie stwierdzono związku prawdopodobieństwa wykrycia gatunku z godzinami kontroli (G. Neubauer, A. Sikora – dane niepublikowane);
- podczas pierwszej kontroli jeden z obserwatorów wykonał liczenia na 4 powierzchniach w ciągu dnia, zamiast maksymalnie 3 zalecanych do skontrolowania przez jedną osobę; co było możliwe ze względu na stosunkowo niską liczebność gatunku na kontrolowanych powierzchniach.

Liczenia prowadzono na 20 powierzchniach, które stanowiły kwadraty o rozmiarach 1x1 km (rys. 1; załącznik 1 – koordynaty powierzchni). Spośród 20 powierzchni 10 z nich znajdowało się w strefie krawędziowej kompleksu i ich powierzchnie jednostkowe były mniejsza niż 1 km<sup>2</sup>. Wybór powierzchni w tej strefie był podyktowany wysokim udziałem optymalnych siedlisk muchołówki małej na powierzchniach granicznych. Z tego powodu łączna ich powierzchnia zajmowała 1884 ha, w tym powierzchnie z drzewostanem 1801 ha (tab. 1). Podczas wyboru powierzchni liczeń kierowano się preferencjami siedliskowymi muchołówki małej. Około ¾ powierzchni wytypowano na terenach ze znacznym udziałem buczyn, głównie w wieku przynajmniej 70 lat. lub też w lasach mieszanych budowanych przez sosnę zwyczajną i buka zwyczajnego. Wyboru tego dokonano w oparciu o Bank Danych o Lasach ([www.bdl.lasy.gov.pl](http://www.bdl.lasy.gov.pl) – data dostępu 07.05.2016). Precyzyjny wybór powierzchni optymalnych dla tego gatunku okazał się jednak utrudniony, między innymi ze względu na zróżnicowanie siedliskowe w obrębie kwadratów. w znacznej mierze pominięto typowo borowe i rozległe obszary w części zachodniej OSO, na Sandrze Piaśnicy, gdzie zdecydowanie dominują drzewostany z sosną, które nie odpowiadają wymaganiom siedliskowym muchołówki małej. Optymalne siedliska ze

wysokim udziałem buka obejmują powierzchnie o znacznym deniwelacjach terenu w strefach krawędziowych i przykrawędziowych terenu, w południowej i południowo-wschodniej części OSO. Wobec heterogeniczności siedlisk, nie jest możliwe takie wskazanie powierzchni próbnych, by cały kwadrat 1x1 km obejmował jednolite siedliska optymalne. Przy wyborze powierzchni, kierowano się zatem również przewidywaną proporcją punktów obserwacyjnych, zlokalizowanych w siedliskach optymalnych i nieoptymalnych. Ogółem, jednak, na poziomie punktów obserwacyjnych ( $n = 178$ ), udział siedlisk optymalnych według przyjętych kryteriów wynosił 75,8% (wobec zakładanych 75%), a z siedliskiem nieoptymalnym – 24,2% (wobec zakładanych 25%), a więc niemal idealnie tyle, ile zakładano. Różnica między wyborem zakładanym a zrealizowanym jest nieistotna statystycznie (test chi-kwadrat:  $\chi^2=0.0151$ ,  $df=1$ ,  $P = 0,902$ ) co oznacza że dokonany wybór spełnia założone kryteria.



**Rys. 1.** Rozmieszczenie badanych powierzchni i punktów nasłuchowych muchołówki małej w OSO Puszcza Darżłubska w roku 2016.

Na 20 powierzchniach wyznaczono łącznie 178 punktów obserwacji (załącznik 2), w tym dla 18 powierzchni po 9 punktów i dla dwóch powierzchni po 8 punktów (zrezygnowano na nich z wytypowania po jednym punkcie nasłuchu ze względu na zbyt bliskie odległości od punktów sąsiednich). Punkty nasłuchu były oddalone ok. 200–400 m od siebie i co najmniej 50 m od granicy kwadratów do ich wnętrza. Nie prowadzono obserwacji podczas nieodpowiednich warunków pogodowych: opadów deszczu i zbyt silnego wiatru.

**Tabela 1.** Badane powierzchnie, liczba punktów nasłuchowych i daty kontroli w OSO Puszcza Darżłubska w roku 2016.

Kod powierzchni	Powierzchnia całkowita w OSO (ha)	Powierzchnia drzewostanu w OSO (ha)	Liczba punktów nasłuchowych	Data 1. kontroli	Data 2. kontroli
FP01	97,56	93,79	9	10.05	21.05
FP02	94,91	89,82	8	10.05	21.05
FP03	72,96	69,39	8	10.05	21.05
FP04	100,00	96,2	9	10.05	21.05
FP05	100,00	96,78	9	10.05	21.05
FP06	100,00	94,73	9	10.05	21.05
FP07	87,45	79,54	9	12.05	23.05
FP08	72,03	69,28	9	12.05	23.05
FP09	90,55	87,82	9	12.05	23.05
FP10	100,00	96,96	9	10.05	21.05
FP11	100,00	95,49	9	12.05	23.05
FP12	100,00	96,02	9	12.05	23.05
FP13	98,17	95,3	9	11.05	22.05
FP14	100,00	96,74	9	11.05	22.05
FP15	96,88	92,08	9	11.05	22.05
FP16	100,00	96,66	9	11.05	22.05
FP17	100,00	94,81	9	11.05	22.05
FP18	84,23	78,65	9	09.05	19.05
FP19	100,00	95,88	9	09.05	18.05
FP20	89,46	84,77	9	11.05	22.05
Razem	1884,21	1800,71	178	09–12.05	18–23.05

Rejestrowano tylko te samce na powierzchni, które zostały wykryte z punktów nasłuchowych. Nasłuch na każdym z punktów trwał 5 minut. Lokalizację każdego z punktów ustalano za pomocą urządzenia Garmin GPSmap 60Cx. Dokładność lokalizacji wynosiła 3–5 m. Podczas nasłuchu określano przybliżoną odległość od punktu nasłuchowego i azymut odzywającego się osobnika. Po skończonym nasłuchu podchodzono do miejsca śpiewu ptaka i określano jego dokładną lokalizację urządzeniem GPS. W kilku przypadkach ptak przestawał śpiewać w czasie

nasłuchu lub podczas zbliżania się obserwatora do ptaka. W takiej sytuacji koordynaty były ustalane dla przybliżonej lokalizacji określonej z punktu nasłuchowego.

Śpiewające samce muchołówki małej zwykle są wykrywane w odległości do 150 m od obserwatora (G. Neubauer, A. Sikora – dane niepublikowane). Spośród 148 stwierdzeń muchołówki małej dokonanych w roku 2016 w OSO Puszcza Darżłubska 88% miało miejsce w odległości do 150 m od punktu nasłuchowego. Inne głosy wydawane przez gatunek, w tym głosy wabienia i zaniepokojenia przy lęgu, są znacznie cichsze niż śpiew i wychwytywane przez obserwatora z mniejszej odległości.

W liczeniach uczestniczyli: Waldemar Półtorak (75 i 79 punktów nasłuchowych podczas dwóch liczeń) i Arkadiusz Sikora (odpowiednio: 103 i 99 punktów).

## **4.2. Opracowanie materiału**

### **4.2.1. Wykrywalność gatunku i wskaźniki populacyjne**

Wyniki liczeń ptaków wróblowych w okresie lęgowym w znacznym stopniu dotyczą stwierdzeń śpiewających samców. Aktywność wokalna jest szczególnie silna w okresie od zajęcia terytorium do rozpoczęcia lęgów. Na wykrywalność ptaków wpływ mają cechy gatunku, w tym np. intensywność i głośność śpiewu, okres aktywności wokalnej i wielkość zajmowanego terytorium. Zwykle dwukrotna kontrola nie daje możliwości wykrycia wszystkich osobników na danym terenie, gdyż ptaki mogą nie być aktywne głosowo lub mogą przemieścić się w obrębie terytorium na odległość poza bufor objęty nasłuchem przez obserwatora. W przypadku muchołówki małej wykrywalność podczas dwóch kontroli jest stosunkowo wysoka. Podczas liczeń gatunku na punktach w lasach trójmiejskich w maju 2015 prawdopodobieństwo wykrycia pojedynczego, śpiewającego samca muchołówki małej (przy założeniu, że jest wykrywalny) podczas jednej 5-minutowej kontroli wynosiło 0,56 podczas liczenia wczesnego (12-16 maja) oraz 0,75 podczas liczenia późnego (18-22 maja), a skumulowane prawdopodobieństwo wykrycia jednego samca po wykonaniu dwóch majowych kontroli – 0,80-0,94 (G. Neubauer, A. Sikora – dane niepublikowane). Oznacza to, że przy powyższym protokole badań terenowych, niewykrywanych jest zaledwie 6-20% samców obecnych w terytoriach i dostępnych do wykrycia. Niemniej, ze względu na niepełną wykrywalność gatunku podczas dwóch kontroli uzyskane wyniki nie powinny być traktowane jako wartości bezwzględne (tj. liczebność populacji), ponieważ mogą być nieco zaniżone (część samców niewykryta). Dlatego bardziej uzasadnione jest traktowanie ich jako wskaźników liczebności (Chylarecki 2015).

W opracowaniu zaprezentowano 2 parametry populacyjne:

- **wskaźnik liczebności** – charakteryzowany przez dwie wartości:

- średnią liczbę samców na punkt nasłuchowy w obrębie 20 kwadratów;
- średnią liczbę samców na 178 punktów nasłuchowych w obrębie 20 kwadratów.

- **wskaźnik frekwencji** – jest to parametr wyrażony jako procent punktów nasłuchu, na których stwierdzono gatunek w stosunku do wszystkich kontrolowanych punktów; gdzie podano wartości dla dwóch poziomów przestrzennych:

- frekwencję gatunku w obrębie poszczególnych kwadratów (8 lub 9 punktów nasłuchu);
- frekwencję gatunku dla wszystkich punktów nasłuchu (N=178) w obrębie 20 kwadratów.

Zarówno wskaźniki liczebności, jak i frekwencje podano oddzielnie dla liczenia pierwszego i drugiego. Dla poszczególnych powierzchni podano również skumulowaną liczbę samców z dwóch liczeń, czyli sumę maksymalnych liczebności samców z poszczególnych punktów nasłuchowych (załącznik 3). Jeśli podczas liczenia pierwszego na danym punkcie stwierdzono 2 samce, a podczas liczenia drugiego 3 samce, to do wskaźnika liczebności wykorzystany jest wynik z 3 samcami. Podobnie postępowano w przypadku innych punktów nasłuchowych w obrębie powierzchni.

#### **4.2.2. Zagęszczenie na powierzchniach próbnych i wielkość populacji w OSO**

Zagęszczenie (tożsame z liczebnością) muchotówki małej oszacowano przy pomocy uogólnionego modelu mieszanego z rozkładem Poissona (funkcja wiążąca log), standardowo używanego dla danych o charakterze liczebności pochodzących z liczeń ptaków lub innych zwierząt (Zuur et al. 2009). Dzięki obecności tzw. efektów losowych, modele mieszane są w stanie prawidłowo oszacować wpływ ewentualnych predyktorów (tu: jakość siedlisk definiowana jako kategoriyczny efekt ustalony – odpowiednie/nieodpowiednie, patrz niżej) na wartość zmiennej odpowiedzi (tu: liczebność samców muchotówki małej), uwzględniając jednocześnie brak niezależności indywidualnych pomiarów, tj. potencjalnie skorelowane wyniki pochodzące z blisko położonych lokalizacji (korelacja czasowo-przestrzenna; Zuur et al. 2009; tu: zgrupowanie 8–9 punktów nasłuchowych w obrębie każdej z 20 powierzchni badawczych). W niniejszym przypadku, jako efekt losowy z 20 poziomami potraktowano powierzchnie badawcze (FP01-FP20). By uwzględnić jakość siedlisk na poziomie punktu nasłuchowego, drzewostan w każdym punkcie nasłuchowym obejmującym obszar w promieniu 150 m, zaklasyfikowano do jednej z dwóch kategorii, kierując się kryteriami analogicznymi jak w przypadku alokacji powierzchni badawczych (wiek i skład drzewostanu). Kategoria 1 oznaczała drzewostany z przewagą siedlisk odpowiednich dla muchotówki małej (drzewostany liściaste w wieku 70 i więcej lat), kategoria 2 – drzewostany z przewagą siedlisk nieodpowiednich (drzewostany pozostałe). Klasyfikację przeprowadzono w oparciu o dane z Banku Danych o Lasach i konfrontacji opisu drzewostanu z faktycznym jego stanem (obserwacje w terenie). Takie podejście umożliwiło osobne oszacowanie zagęszczeń dla siedlisk odpowiednich i nieodpowiednich, co jest kluczowe przy późniejszej ocenie liczebności zarówno na poziomie powierzchni badawczych (obszary poza punktami nasłuchowymi) jak i dla całej OSO. Ponadto, model taki miał zdecydowanie większe poparcie (waga  $\approx 1,00$ ,  $\Delta AIC/$

$\Delta DIC > 20$ ) i całkowicie deklasował model dopasowany do tych samych danych, ale nieuwzględniający jakości siedlisk. Wynikami modelu w bieżącym przypadku są dwa oszacowania zagęszczenia – jedno dla siedlisk odpowiednich, drugie dla nieodpowiednich – uwzględniające zmienność wynikającą z autokorelacji przestrzennej (efekt losowy), a także współczynniki dla efektu losowego dla każdej powierzchni próbnej, mówiące jak dalece zagęszczenie na danej powierzchni, w siedliskach odpowiednich i nieodpowiednich, odbiega od średniej ogólnej. W sumie, dzięki dopasowaniu tak skonstruowanego modelu, uzyskano oszacowania zagęszczeń dla obu siedlisk w każdej z 20 powierzchni badawczych (łącznie 34 wartości, ponieważ na sześciu powierzchniach badawczych punkty nasłuchowe były zlokalizowane tylko w siedliskach odpowiednich). Model dopasowano do danych przy pomocy bayesowskiego algorytmu MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*) w bibliotece MCMCglmm (Hadfield 2010) w środowisku R (R Core Team 2015), z użyciem standardowego, nieinformatywnego priora (odpowiadającego odwrotnemu rozkładowi Wisharta; Hadfield 2010). Wstępne porównanie wyników obliczeń z metodami tradycyjnymi (metoda największej wiarygodności, *maximum likelihood*) wykazało, że oba podejście dają wyniki niemal identyczne (wyniki niezaprezentowane). Ponieważ algorytm obliczeniowy MCMC daje bardziej wiarygodne oszacowania parametrów, przedstawione wyniki pochodzą z modelu dopasowanego do danych przy pomocy tego algorytmu. Dla uzyskania wiarygodnych oszacowań parametrów, zastosowano 200 tys. iteracji dla tzw. okresu wypalania (*burn-in*) poprzedzającego właściwe próbkowanie (z 2 mln iteracji). Dla każdego parametru zaprezentowano wartości najbardziej prawdopodobne (*posterior means*, tzw. prawdopodobieństwa a posteriori) wraz z ich bayesowskimi 95% przedziałami ufności (*credible intervals*) określającymi granice, między którymi znajduje się oszacowana wartość parametru z prawdopodobieństwem 95%.

Liczebność dla powierzchni badawczych oraz całkowitą liczebność dla ostoi oszacowano wykorzystując liczebność stwierdzoną podczas obu kontroli dla obszarów skontrolowanych (wyższy z dwóch wyników w każdym punkcie nasłuchowym) i ekstrapolację zagęszczeń dla obszarów nieskontrolowanych, obejmujących zarówno obszary położone w obrębie powierzchni badawczych, ale nieobjęte nasłuchami, jak również część OSO leżącą poza powierzchniami badawczymi. Dla nieskontrolowanych obszarów w granicach powierzchni badawczych, do oszacowań liczebności wykorzystano przewidywane wartości zagęszczeń, specyficzne dla poszczególnych powierzchni badawczych (efekt losowy powierzchni badawczej), osobno dla siedlisk odpowiednich i nieodpowiednich, natomiast dla pozostałych obszarów OSO – oszacowania zagęszczeń dla siedlisk odpowiednich i nieodpowiednich (efekt ustalony) dla całego OSO, uwzględniające zmienność wynikającą z efektu losowego (tereny nieprzypisane do żadnej powierzchni badawczej). W konsekwencji, oszacowania liczebności dla poszczególnych powierzchni badawczych są sumą stwierdzonej liczby samców oraz liczebności przewidywanej dla obszarów nieskontrolowanych na każdej powierzchni badawczej, natomiast w całym OSO oszacowanie liczebności uwzględnia dodatkowo przewidywaną liczebność dla obszarów położonych poza powierzchniami badawczymi.

#### **4.2.3. Charakterystyka drzewostanu na powierzchniach próbnych**

Opis drzewostanu sporządzono w oparciu o dane ze strony Bank Danych o Lasach, których aktualność dotyczy roku 2015 ([www.bdl.lasy.gov.pl](http://www.bdl.lasy.gov.pl) – data dostępu 20.06.2016).

Z materiałów dotyczących nadleśnictwa Wejherowo wyselekcjonowano wyniki dotyczące wydzielen leśnych znajdujących się na terenie OSO Puszcza Darżłubska. Zmiennymi, które posłużyły do charakterystyki drzewostanu były:

- gatunek drzewa (w rzeczywistości rodzaj), którego udział w poszczególnych wydzieleniach wynosił przynajmniej 10%;
- wiek poszczególnych gatunków drzew o udziale przynajmniej 10%, w kategoriach dziesięcioletnich (1–10, 11–20 lat, itd.);
- zwarcie koron drzew.

W charakterystyce pominięto warstwy lasu znajdujące się poniżej pierwszego piętra drzew i gatunki drzew o skrajnie niskim udziale.