

Ocena zasiedlenia sztucznych schronień przez popielicowate (Gliridae) w karpaccich lasach

Assessing the occupation of nest boxes by dormice (Gliridae) in the Carpathian forests

Izabela Fedyń^{1*}, Ewa Pierzchała¹, Katarzyna Nowak¹, Joanna Wąs¹, Adela Malak¹, Katarzyna Śnigórska²

¹Koło Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków;

²Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego, ul. Adama Vetulaniego 1a, 31-227 Kraków

*Tel. +48 665821721; e-mail: izabela.fedyn@gmail.com

Abstract. Nest boxes for dormice (Gliridae) can significantly increase the habitat's carrying capacity for these species in areas under high anthropopressure and facilitate the long-term monitoring of populations. As part of the active protection of dormice in the Carpathian Landscape Parks in Małopolska, in August and September 2019, 575 boxes of two different sizes were checked for the presence of adults, young or nests. Additionally, habitat conditions within a 25 m radius were recorded (e.g. forest stand, estimated understory cover, the approximate number of natural shelters, fruiting plant species). The vast majority of all nest boxes – 79% – were used by dormice, but also birds and insects frequently occupied these shelters. Out of four species of dormice that occur in Poland, two were recorded in the study area: hazel dormice *Muscardinus avellanarius* and fat dormice *Glis glis*. They were found in all surveyed landscape parks and inhabited mainly fir stands. Hazel dormice preferred smaller nest boxes and were generally more common than fat dormice, which preferred large boxes. On the other hand, fat dormice were more common in areas rich in fruiting plant species. Our research thus confirmed the usefulness of artificial shelters for dormouse in active protection.

Keywords: dormice, nest boxes, rodents, conservation, forest mammals, Gliridae

Słowa kluczowe: skrzynki dla popielicowatych, gryznie, ochrona czynna

1. Wstęp

Obecnie wszystkie gatunki drobnych ssaków z rodziny popielicowatych (Gliridae) występujące w Polsce – popielica szara *Glis glis*, orzesznica leszczynowa *Muscardinus avellanarius*, koszatka leśna *Dryomys nitedula* oraz żołądnica europejska *Eliomys quercinus* – są objęte ochroną prawną (Rozporządzenie 2016). Według klasyfikacji Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody IUCN posiadają one kategorię LC (least concern – najmniejszej troski), z wyjątkiem żołądnicy, która jest uznawana za gatunek bliski zagrożenia (NT – near threatened). W Polsce zasięg występowania popielicowatych ma charakter rozproszony. W skali kraju najpowszechniej występują orzesznica i popielica. Koszatka jest spotykana w południowej i wschodniej części kraju, natomiast żołądnica – jedynie w masywie Babiej Góry (Atlas Ssaków Polski 2020). Obecny stan i rozmieszczenie populacji popielicowatych jest wynikiem wielkopowierzchniowych wylesień w przeszłości oraz gospodarki leśnej, zmieniającej strukturę i ciągłość lasów (Jurczyszyn, Wołk 1998). Utrata i fragmentacja siedlisk powodują spadek liczebności tych ssaków (Mortelliti et al. 2011,

2014). Istotnym czynnikiem wpływającym na przeżywalność i lokalne zagęszczenie popielicowatych jest jakość siedliska, którą warunkuje głównie ilość dostępnego pożywienia (Mortelliti et al. 2014). Drobne ssaki z rodziny Gliridae potrzebują schronienia do założenia gniazda służącego do odpoczynku, wychowania młodych oraz ochrony przed drapieżnikami, dlatego brak naturalnych kryjówek w lasach jest czynnikiem limitującym ich liczebność (Juškaitis 2005). Jednym z możliwych działań ochrony czynnej tej grupy zwierząt, oprócz zachowania siedlisk ze starymi, dziuplastymi drzewami, jest rozwieszanie sztucznych schronień, które istotnie zwiększają potencjalną liczbę miejsc odpoczynku i schronienia. Dodatkowo, prowadzenie tego typu zabiegów umożliwia długoterminowy monitoring populacji, dostarczający informacji o zachodzących w niej zmianach, i ocenę skuteczności ich ochrony (Williams et al. 2013). Szczegółowa analiza wyników działań w zakresie ochrony czynnej popielicowatych pozwoli na wypracowanie efektywniejszych jej metod, a w dalszej perspektywie – na utrzymanie właściwego stanu populacji.

Prezentowane badania miały na celu weryfikację stopnia zasiedlenia przez popielicowate sztucznych schronień.

Wpłynęło: 20.03.2020 r., recenzowano: 4.04.2020 r., zaakceptowano: 20.05.2020 r.

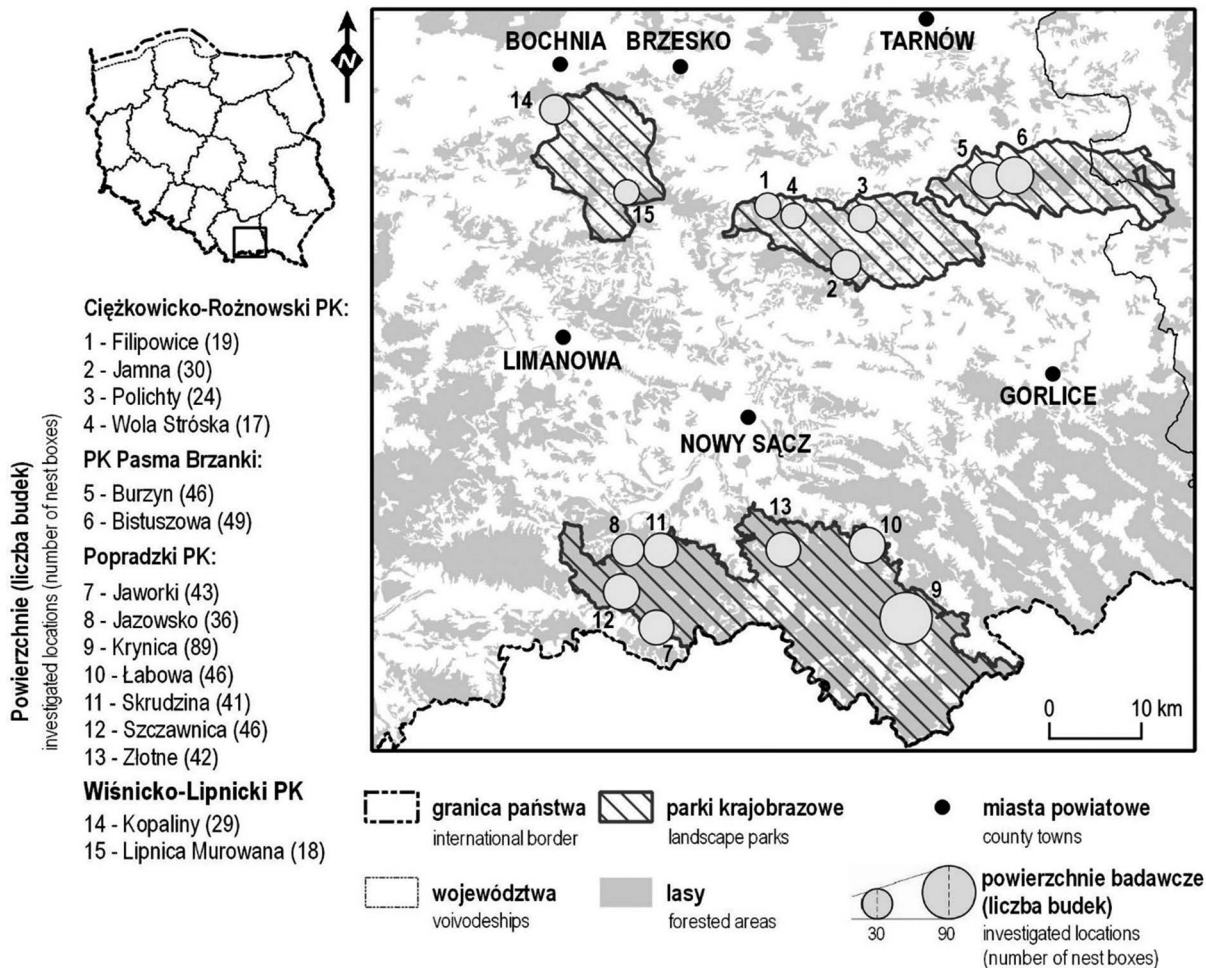
2. Teren badań

Teren badań stanowiły cztery z jedenastu parków krajobrazowych (PK) należących do Zespołu Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego, zlokalizowane w południowo-wschodniej Polsce, w Karpatach na Pogórzu (Ciężkowicko-Rożnowski PK, Wiśnicko-Lipnicki PK i PK Pasma Brzanki) oraz w Beskidach (Popradzki PK). Ich powierzchnia wynosi łącznie 1013 km², z czego 54,9% porastają lasy (RDOŚ 2013).

3. Metody badań

Prace w terenie prowadzono w sierpniu i wrześniu 2019 roku. W ramach badań skontrolowano nadrzewne schronienia typu „angielskiego” (z otworem skierowanym w stronę pnia drzewa) w dwóch rozmiarach: małe (12 cm×12 cm×15 cm) oraz duże (16 cm×16 cm×35 cm), zawieszane na wysokości ok. 3 m nad ziemią. Skrzynki (budki) zlokalizowano wzdłuż dróg leśnych, w odstępach średnio co 40 m. Poszczególne powierzchnie badawcze oddalone były od siebie o min. 1 km (ryc. 1). Łącznie skontrolowano 575 skrzynek, w tym 242 duże i 333 małe.

W trakcie kontroli notowano gatunek obecny w skrzynce, a w przypadku ucieczki zwierzęcia rozpoznawano pozostawione przez niego ślady lub/i przypisywano do wyższego taksonu. W sytuacji nieobecności zwierzęcia w skrzynce w momencie kontroli w miarę możliwości identyfikowano pozostawione gniazda na podstawie charakterystycznych cech (kształtu oraz użytego materiału). W przypadku zalegania więcej niż jednego gniazda określano ich liczbę, dzięki widocznym różnicom w ich budowie, składzie oraz stopniu rozkładu. W przypadku znacznego stopnia rozkładu gniazda, utrudniającego dokładną identyfikację do gatunku, przypisywano je do wyższego taksonu. Skrzynkę określano jako zasiedloną (zwaną dalej także użytą) w przypadku stwierdzenia w niej w momencie kontroli obecności danego gatunku lub rozpoznania pozostawionego przez niego gniazda. Ponadto szacowano wybrane parametry siedliska w promieniu 25 m od drzewa z zawieszoną skrzynką: dominujące gatunki drzew (drzewostan); stopień pokrycia podszycem (w skali czterostopniowej, gdzie 0 oznaczało zupełny brak krzewów i podrostu, 1 – pojedyncze krzewy i drzewka pokrywające do 25% terenu, 2 – liczne krzewy i drzewka o pokryciu od 26–75%, 3 – liczne krzewy i drzewka, pokrywające



Rycina 1. Lokalizacje Parków Krajobrazowych (PK) oraz powierzchni badawczych objętych badaniami
Figure 1. Locations of the surveyed Landscape Parks (PK) and study areas

≥76% powierzchni); obecność gatunków stanowiących potencjalnie bazę pokarmową dla popielicowatych (m.in. buka *Fagus sylvatica*, dębu *Quercus* spp., leszczyny *Corylus avellana*, jeżyny *Rubus* spp. i borówki *Vaccinium* spp.) oraz obecność naturalnych schronień – dziupli (0 – brak, 1 – obecność drzew dziuplastych).

Uzyskane dane poddano analizie pod kątem potencjalnych zależności zasiedlenia od wielkości skrzynek przy pomocy testów chi-kwadrat na poziomie istotności $\alpha=0,05$, wykorzystując próbę pewnych stwierdzeń obecności (odnalezienie osobnika w budce w momencie kontroli lub rozpoznanie gniazda) popielicy i orzesznicy oraz pustych skrzynek $N=276$. Analizę zasiedlenia budek przez popielicowate, w odniesieniu do liczby gniazd zalegających w budce, wykonano z wykorzystaniem testu Kruskala-Wallisa, biorąc pod uwagę wszystkie użytkowane przez te ssaki budki, łącznie z gniazdami niezidentyfikowanymi gatunkowo ($N=193$, z wyłączeniem budek obecnie zasiedlonych, w których sprawdzenie liczby gniazd zalegających w budce było niemożliwe). Preferencje zajmowania budek przez popielicowate względem wybranych paramentów siedliskowych obliczono, używając wzoru na współczynnik Ivlev'a (1961):

$$E = \frac{r - p}{r + p}$$

gdzie:

r – dostępność danego stanu siedliska na badanym terenie,
 p – udział w powierzchniach zajętych przez popielicowate.

Współczynnik ten przyjmuje wartości od -1 – całkowite unikanie, przez 0 – wykorzystanie proporcjonalne do dostępności, do 1 – całkowita selekcja pozytywna.

Badania prowadzono na podstawie zezwolenia Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Krakowie (decyzja nr OP-I.6401.210.2019.GZ).

4. Wyniki

Zasiedlenie sztucznych schronień

We wszystkich parkach krajobrazowych objętych badaniami potwierdzono obecność orzesznicy i popielicy, natomiast nie odnotowano występowania koszatki i żółędnicy.

Zdecydowana większość skrzynek (79%, $n=452$) zawierała ślady użytkowania ich przez popielicowate. Popielica użytkowała 10% skrzynek ($n=54$; w tym w 18 z nich był obecny miot), natomiast w 16% ($n=94$) z nich stwierdzono orzesznicę (w 2 z nich stwierdzono obecność miotu). Ze względu na znaczny stan rozkładu materiału roślinnego trzystu gniazd znalezionych w skrzynkach nie udało się przypisać do konkretnego gatunku gryzonia. W pozostałych 67 skrzynkach odnaleziono gniazda innych zwierząt, głównie ptaków. Jedynie 56 skrzynek (9,7%) było pustych i nie nosiło śladów użytkowania. Oba rozmiary sztucznych schronień charakteryzowały się podobnym stopniem użytkowania – 93% dużych i 87% małych było zajętych przez popielicowate, ptaki, owady lub myszy.

Popielice istotnie częściej zajmowały duże budki ($X^2=56,649$; $df=1$; $p<0,00001$), a orzesznice – małe ($X^2=43,369$; $df=1$; $p<0,00001$). Dodatkowo na zasiedlenie miała wpływ obecność zalegających gniazd w budkach. Gniazda popielicy i orzesznicy częściej odnajdywano w budkach z większą liczbą starych gniazd ptasich (KW-H(1;193)=9,23; $p<0,002$; KW-H(1;193)=19,1227; $p<0,00001$).

Porównanie zasiedlenia pomiędzy parkami

We wszystkich parkach większość schronień była wykorzystywana przez zwierzęta – popielicowate, myszy, ptaki lub owady (tab. 1). Tylko w Popradzkim PK gatunkiem dominującym w budkach spośród popielicowatych była popielica, w pozostałych zaś orzesznica.

Charakterystyka siedlisk wokół skrzynek

Skrzynki rozwieszono głównie w trzech typach lasu: z dominacją jodły, buka oraz w drzewostanach bukowo-jodłowych (tab. 2). Skrzynki użytkowane przez popielicę i orzesznicę były zlokalizowane w drzewostanach proporcjonalnie do ich udziału (wartość wskaźnika Ivlev'a E równa lub zbliżona do zera). Skrzynki umieszczono w lokalizacjach o zróżnicowanej gęstości podszytu. Te charakteryzujące się brakiem podszytu były rzadziej zasiedlane przez popielicowate niż wynikałoby z ich dostępności (tab. 2.) Znaczna większość skrzynek była zlokalizowana na powierzchniach leśnych pozbawionych naturalnych dziupli (kategoria 0), co było proporcjonalne do

Tabela 1. Zasiedlenie budek lęgowych w wybranych karpaccich parkach krajobrazowych

Table 1. Nest boxes occupation in Carpathian landscape parks in Lesser Poland

Park Krajobrazowy Landscape Park PK	N Liczba użytkowanych budek (udział) [%] / Number of occupied nest boxes (share) [%]			
	popielica fat dormouse	orzesznica hazel dormouse	popielicowate łącznie all dormice species	wszystkie zwierzęta all animals
Ciężkowicko-Rożnowski PK	3 (3,3)	30 (33,3)	70 (77,8)	87 (96,7)
Pasma Brzanki PK	11 (11,6)	20 (21)	67 (70,5)	86 (90,5)
Popradzki PK	33 (10)	25 (7,3)	276 (80,5)	305 (88,9)
Wiśnicko-Lipnicki PK	7 (14,9)	19 (40)	39 (83)	41 (87,2)

Tabela 2. Wartość wskaźnika Ivlev'a (*E*) dla wybranych cech siedlisk wokół skrzynekTable 2. The value of the Ivlev index (*E*) for habitat variables around nest boxes

Cechy siedliska Habitat variables	Stwierdzenia [%] Dormouse [%]			Wskaźnik Ivlev'a <i>E</i> Ivlev index <i>E</i>	
	na terenie badań in community	popielicy fat	orzyszniczy hazel	popielica fat	orzysznicza hazel
Drzewostan: / forest type:					
bukowy / beech forest	27,5	18,5	30,9	-0,2	0,1
jodłowy / fir forest	43,8	46,3	43,6	0,0	0,0
bukowo-jodłowy / beech- fir forest	14,1	18,5	11,7	0,1	-0,1
pokrycie podszytem understorey cover					
0	7,6	1,9	4,3	-0,6	-0,3
1	40,2	33,3	38,3	-0,1	0,0
2	37,3	48,1	36,2	0,1	0,0
3	14,5	16,7	21,3	0,1	0,2
obecność dziupli cavities occurrence					
0	67,0	64,8	73,4	0,0	0,0
1	29,7	35,2	24,5	0,1	-0,1
liczba gatunków owocujących fruiting plant species number					
0	2,2	0,0	3,2	-1,0	0,2
1	27,5	20,4	28,7	-0,1	0,0
2	43,8	44,4	34,0	0,0	-0,1
3	20,7	31,5	27,7	0,2	0,1
4	5,8	3,7	6,4	-0,2	0,0
obecność runa forest floor species occurrence					
0	32,6	35,2	34,0	0,0	0,0
1	67,4	64,8	66,0	0,0	0,0
obecność buka / beech occurrence					
0	19,6	16,7	17,0	-0,1	-0,1
1	80,4	83,3	83,0	0,0	0,0
obecność leszczyny hazel occurrence					
0	70,7	70,4	68,1	0,0	0,0
1	29,3	29,6	31,9	0,0	0,0

dostępności wszystkich skrzynek na terenie badań. Większość skrzynek (93%) znajdowała się na obszarze, gdzie były obecne jeden (28%), dwa (44%) lub trzy (21%) gatunki roślin stanowiących potencjalną bazę pokarmową dla popielicowatych. Zarówno popielice, jak i orzesznice zajmowały głównie skrzynki zlokalizowane na powierzchniach z przynajmniej dwoma gatunkami owocującymi (odpowiednio 80% i 68% skrzynek użytkowanych przez dany gatunek). Popielica wyraźnie unikała skrzynek na powierzchniach bez gatunków owocujących, natomiast preferencji orzesznicy nie zaobserwowano. Zarówno popielica, jak i orzesznica liczniej zasiedlały skrzynki zlokalizowane na powierzchniach z obecnością buka (83%), jednakże było to adekwatne do udziału tego gatunku na terenie badań (stwierdzono go na 80% powierzchni ze skrzynkami). Dodatkowo, ponad połowa skrzynek zajętych przez popielicę (65%) i orzesznicę (66%) była na powierzchniach charakteryzujących się obecnością przynajmniej jednego owocującego gatunku runa, głównie jeżyny. Leszczyna była obecna na 29% powierzchni wokół zinwentaryzowanych skrzynek, co ma odzwierciedlenie w obecności tego gatunku w sąsiedztwie skrzynek zajmowanych przez popielicę (30%) i orzesznicę (32%).

5. Dyskusja

Wysoki odsetek budek użytkowanych przez popielicowate, wykazany w niniejszych badaniach, potwierdza zasadność i skuteczność rozwieszania sztucznych schronień dla tych nadrzewnych ssaków. Częste wykorzystywanie skrzynek przez popielicowate prawdopodobnie świadczy o niewystarczającej liczbie naturalnych schronień na badanych siedliskach.

Badania wykazały, że orzesznice wyraźnie preferują małe skrzynki, co wynika prawdopodobnie z faktu unikania przez nie konkurencji ze strony większych gatunków (takich jak popielica) (Vogel, DuPlain 2012). Nierzadko miało miejsce zajmowanie tych samych skrzynek przez pilchowate i dziuplaki, które są częstym pokarmem w diecie tych drobnych ssaków (Sarà et al. 2005; Adamik, Král 2008). Dodatkowo popielicowate mogą używać materiału z ptasich gniazd do budowy własnych (Ściński, Borowski 2006).

Różnice w użytkowaniu budek w poszczególnych parkach przez popielicę i orzesznicę mogą wynikać z różniących te gatunki preferencji siedliskowych (Juškaitis, Šiožinytė 2008) lub z odmiennego stanu populacji popielicowatych na tych terenach. Wyniki sugerują, że w Ciężkowicko-Rożnowskim PK i Wiśnicko-Lipnickim PK skrzynki były zlokalizowane w miejscach zdecydowanie dogodniejszych dla orzesznicy, ponieważ zasiedlała ona znaczącą część dostępnych skrzynek. Natomiast popielicę zaobserwowano nielicznie, mimo obecności preferowanych przez nią dużych skrzynek.

Popielicowate zasiedlały skrzynki głównie w trzech typach lasów: z dominacją jodły, buka lub bukowo-jodłowych, które są najpospolitsze w Karpatach i głównie w nich były zlokalizowane skrzynki. Zaskakujące może wydawać się częste występowanie popielicowatych w drzewostanach jodłowych. W przypadku orzesznicy istnieją dane literaturowe stwierdzające obecność tego gatunku w lasach iglastych. Częste użyt-

kowanie przez orzesznice sztucznych schronień powieszonych w takich drzewostanach opisał m.in. Juškaitis (2007). Nawet popielice, które są zazwyczaj silnie związane z drzewostanami bukowymi, mogą niekiedy preferować siedliska o zwiększonym udziale drzew iglastych, których pędy stanowią pewne źródło pożywienia, w szczególności w latach, gdy buk owocuje mniej obficie (Cornils et al. 2017; Jurczyszyn 2018). Obecność gatunków iglastych, takich jak jodła, ze względu na ich pokrój może sprzyjać przemieszczaniu się popielicowatych. Niewykluczone też, że częste ich występowanie w lasach z dominacją jodły jest spowodowane terminem przeprowadzonych obserwacji (rok nienasienny buka). Obecność gęstego podszyciu na powierzchniach leśnych, gdzie większość skrzynek była zasiedlona przez popielicowate, potwierdza jego znaczenie przy wyborze siedlisk przez te zwierzęta. Krzewy i młode drzewa tworzą korytarze do ich bezpiecznego przemieszczania się (Karantanis et al. 2017), a złożony układ przestrzenny roślinności może mieć większe znaczenie w wyborze siedliska niż różnorodność gatunkowa (Panchetti et al. 2007). Szczególnie orzesznica jest znana jako gatunek ściśle związany z siedliskami o gęstym i różnogatunkowym podszyciu, który jest przez nią chętnie wybierany jako miejsce gniazdowania (Juškaitis et al. 2013). Zatem, poczynione obserwacje wydają się dość zaskakujące, gdyż należałoby się spodziewać, że w takich siedliskach odsetek sztucznych schronień zajętych przez orzesznice nie będzie wysoki, ze względu na dostępność licznych, naturalnych miejsc gniazdowania (Wolton 2009).

Dziuple mogą służyć popielicowatym jako naturalne miejsca schronienia i gniazdowania (Sevianu, Filipas 2008), ale w przypadku ich niedostatku ssaki te z powodzeniem zajmują sztuczne schronienia. W wybieraniu miejsc gniazdowania przez popielicowate istotna jest zasobność pokarmowa danego siedliska (Bright, Morris 1990). Znacząca większość użytkowanych skrzynek była zlokalizowana w sąsiedztwie buka, który jest ważnym źródłem pożywienia tych zwierząt. Również leszczyna jest jednym z gatunków roślin stanowiących wysokoenergetyczne pożywienie dla popielicowatych (Juškaitis 2007, Jurczyszyn 2018). Niemniej jednak sama obecność gatunków owocujących, takich jak buk, leszczyna oraz gatunki runa, nie jest dobrym wskaźnikiem atrakcyjności siedlisk dla popielicowatych, ponieważ rośliny te cechują się zróżnicowanym owocowaniem na przestrzeni lat i jedynie lata nasienne (w przypadku buka) mogą mieć wpływ na liczniejsze zajmowanie przez nie budek (Trout et al. 2015). Popielicowate preferują lasy o dużej liczbie gatunków owocujących, które dostarczają zróżnicowanego pożywienia na przestrzeni sezonu aktywności, szczególnie w latach, w których buk nie owocuje (Cornils et al. 2017).

6. Podsumowanie

Niniejsze badania, prowadzone na terenie karpackich parków krajobrazowych, stanowiły wstępną próbę oceny stopnia użytkowania sztucznych schronień przez popielicowate w powiązaniu z wybranymi parametrami siedliska. Uzyskane wyniki potwierdzają wysokie zapotrzebowanie popielicowatych (popielicy i orzesznicy) na sztuczne schronienia.

Skrzynki dla pilchów dobrze spełniają swoją rolę na terenach, gdzie liczba naturalnych kryjówek jest niedostateczna, a ich wieszanie okazuje się użytecznym narzędziem w czynnej ochronie tych zagrożonych ssaków.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Podziękowania i źródła finansowania

Badania sfinansowano ze środków Rady Kół Naukowych Uniwersytetu Jagiellońskiego. Autorzy składają podziękowania Zespołowi Parków Krajobrazowych Województwa Małopolskiego za możliwość wykonania powyższych badań oraz członkom Koła Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego za zaangażowanie w prace terenowe.

Literatura

- Adamik P., Král M. 2008. Climate and resource-driven long-term changes in dormice populations negatively affect hole-nesting songbirds. *Journal of Zoology* 275(3): 209–215. DOI 10.1111/j.1469-7998.2008.00415.x.
- Atlas Ssaków Polski 2020. Ssaki. <https://www.iop.krakow.pl/ssaki> [10.02.2020].
- Bako B., Hecker K. 2006. Factors determining the distribution of coexisting dormouse species (Gliridae, Rodentia). *Polish Journal of Ecology* 54: 379–386.
- Bright P.W., Morris P.A. 1990. Habitat requirements of dormice *Muscardinus avellanarius* in relation to woodland management in Southwest England. *Biological Conservation* 54(4): 307–326. DOI 10.1016/0006-3207(90)90143-D.
- Cornils J.S., Hoelzl F., Rotter B., Bieber C., Ruf T. 2017. Edible dormice (*Glis glis*) avoid areas with a high density of their preferred food plant - the European beech. *Frontiers in Zoology* 14(1): 23. DOI 10.1186/s12983-017-0206-0.
- Ivlev V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 302 s.
- Juškaitis R. 2005. The influence of high nestbox density on the common dormouse *Muscardinus avellanarius* population. *Acta Theoriologica* 50: 43–50. DOI 10.1007/BF03192617.
- Juškaitis R. 2007. Feeding by a common dormouse (*Muscardinus avellanarius*): a review. *Acta Zoologica Lithuanica* 17(2): 151–159. DOI 10.1080/13921657.2007.10512827.
- Juškaitis R., Šiožinytė V. 2008. Habitat requirements of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) and the fat dormouse (*Glis glis*) in mature mixed forest in Lithuania. *Ekologija (Brazlavlava)* 27(2): 143–151.
- Juškaitis R., Balčiauskas L., Šiožinytė V. 2013. Nest site selection by the hazel dormouse *Muscardinus avellanarius*: is safety more important than food? *Zoological Studies* 52(1): 53. DOI 10.1186/1810-522X-52-53.
- Jurczyszyn M. 2018. Food and foraging preferences of the edible dormouse *Glis glis* at two sites in Poland. *Folia Zoologica* 67(2): 83–90. DOI 10.25225/fozo.v67.i2.a5.2018.
- Jurczyszyn M., Wołk K. 1998. The present status of dormice (Myoxidae) in Poland. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici* 7(1): 11–19.
- Karantanis N.E., Rychlik L., Herrel A., Youlatos D. 2017. Comparing the arboreal gaits of *Muscardinus avellanarius* and *Glis glis* (Gliridae, Rodentia): a first quantitative analysis. *Mammal study* 42(3): 161–173. DOI 10.3106/041.042.0306.
- Mortelliti A., Sozio G., Driscoll D.A., Bani L., Boitani L., Lindenmayer D.B. 2014. Population and individual-scale responses to patch size, isolation and quality in the hazel dormouse. *Ecosphere* 5(9) 107. DOI 10.1890/ES14-00115.1.
- Mortelliti A., Amori G., Capizzi D., Cervone C., Fagiani S., Pollini B., Boitani L. 2011. Independent effects of habitat loss, habitat fragmentation and structural connectivity on the distribution of two arboreal rodents. *Journal of Applied Ecology* 48(1): 153–162. DOI 10.1111/j.1365-2664.2010.01918.x.
- Panchetti F., Sorace A., Amori G., Carpaneto G.M. 2007. Nest site preference of common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in two different habitat types of Central Italy. *Italian Journal of Zoology* 74(4): 363–369. DOI 10.1080/11250000701588224.
- RDOŚ 2013. Formy ochrony przyrody. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Krakowie. <http://krakow.rdos.gov.pl/formy-ochrony-przyrody> [10.02.2020].
- Rozporządzenie 2016. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz.U. 2016 poz. 2183.
- Sarà M., Milazzo A., Falletta W., Bellia E. 2005. Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. *Journal of Zoology* 265(4): 347–357. DOI 10.1017/S095283690500645X.
- Sevianu E., Filipas L. 2008. Nest boxes occupancy by three coexisting dormouse species and interspecific competition in the Transylvanian Plain (Romania). *Studia Universitatis Babeş - Bolyai, Biologia* 53(2): 39–50.
- Ściński M., Borowski Z. 2006. Home ranges, nest sites and population dynamics of the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas) in an oak–hornbeam forest: A live-trapping and radio-tracking study. *Polish Journal of Ecology* 54(3): 391–396.
- Trout R.C., Brooks S., Morris P. 2015. Nest box usage by old edible dormice (*Glis glis*) in breeding and non-breeding years. *Journal of Vertebrate Biology* 64(4): 320–324. DOI 10.25225/fozo.v64.i4.a5.2015.
- Williams R.L., Goodenough A.E., Hart A.G., Stafford R. 2013. Using long-term volunteer records to examine dormouse (*Muscardinus avellanarius*) nestbox selection. *PLoS ONE* 8(6): e67986. DOI 10.1371/journal.pone.0067986.
- Wolton R. 2009. Hazel dormouse *Muscardinus avellanarius* (L.) nest site selection in hedgerows. *Mammalia* 73(1): 7–12. DOI 10.1515/MAMM.2009.001.
- Vogel P., DuPlain J. 2012. Testing the use of two types of nest box by the common dormouse *Muscardinus avellanarius*. *Peckiana* 8: 157–165.

Wkład autorów

I.F. – autorstwo koncepcji i projektu badań, pozyskanie funduszy, opracowanie założeń i metod badawczych, zbieranie danych, analiza wyników, redakcja tekstu; E.P. – zbieranie danych, analiza statystyczna, analiza wyników, redakcja tekstu; K.N. – zbieranie danych, analiza statystyczna; J.W. – zbieranie danych, opracowanie rycin i tabel; A.M. – zbieranie danych, przygotowanie literatury; K.Ś. – autorstwo koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń i metod badawczych.

Assessing the occupation of nest boxes by dormice (Gliridae) in the Carpathian forests

Izabela Fedyn^{1*}, Ewa Pierzchała¹, Katarzyna Nowak¹, Joanna Wąs¹, Adela Malak¹, Katarzyna Śnigórska²

¹Student Naturalist Society at the Jagiellonian University, ul.Gronostajowa 7, 30–387 Kraków, Poland; ²The Complex of Landscape Parks of the Małopolskie Voivodeship, ul. Adama Vetulaniego 1a, 31–227 Kraków, Poland

*Tel.+48 665821721; e-mail: izabela.fedyn@gmail.com

Abstract. Nest boxes for dormice (Gliridae) can significantly increase the habitat's carrying capacity for these species in areas under high anthropopressure and facilitate the long-term monitoring of populations. As part of the active protection of dormice in the Carpathian Landscape Parks in Małopolska, in August and September 2019, 575 boxes of two different sizes were checked for the presence of adults, young or nests. Additionally, habitat conditions within a 25 m radius were recorded (e.g. forest stand, estimated understory cover, the approximate number of natural shelters, fruiting plant species). The vast majority of all nest boxes – 79% – were used by dormice, but also birds and insects frequently occupied these shelters. Out of four species of dormice that occur in Poland, two were recorded in the study area: hazel dormice *Muscardinus avellanarius* and fat dormice *Glis glis*. They were found in all surveyed landscape parks and inhabited mainly fir stands. Hazel dormice preferred smaller nest boxes and were generally more common than fat dormice, which preferred large boxes. On the other hand, fat dormice were more common in areas rich in fruiting plant species. Our research thus confirmed the usefulness of artificial shelters for dormouse in active protection.

Keywords: dormouse, nest boxes, rodents, conservation, forest mammals, Gliridae

1. Introduction

Currently, all species of small mammals of the dormouse family (Gliridae) occurring in Poland – the fat dormouse *Glis glis*, hazel dormouse *Muscardinus avellanarius*, forest dormouse *Dryomys nitedula* and garden dormouse *Eliomys quercinus* – are legally protected (Regulation 2016). According to the International Union for Conservation of Nature classification, they are in the least concern category, except for the garden dormouse, which is considered a near threatened species. In Poland, the range of dormouse occurrence is dispersed; the hazel and fat dormice are the most common. The forest dormouse is found in the southern and eastern parts of the country, while the garden dormouse is found only in the Babia Góra massif (Atlas Ssaków Polski 2020). The current state and distribution of dormouse populations is the result of large-area deforestation in the past and forest management, changing the structure and continuity of forests (Jurczyszyn, Wolk 1998). Habitat loss and fragmentation have caused a decrease in the number of these mammals (Mortelliti et al.

2011, 2014). An important factor affecting dormouse survival and its local density is habitat quality, which mainly determines the amount of available food (Mortelliti et al. 2014). The small mammals of the Gliridae family need shelter to establish nests for resting, rearing young and protection from predators. Therefore the lack of natural hiding places in forests is a limiting factor (Juškaitis 2005). One of the possible measures for the active protection of this animal group, in addition to preserving habitats with old trees containing cavities, is to hang artificial nest boxes, which significantly increase the potential number of resting places and shelters. In addition, this type of measure allows for the long-term monitoring of the population, providing information on the changes occurring in it and assessing the effectiveness of their protection (Williams et al. 2013). A detailed analysis of the results of active protection measures for the dormouse will allow more effective methods to be developed and, in the long term, the proper status of the population to be maintained.

The presented research was aimed at verifying the degree of dormouse colonization of artificial nest boxes.

Received: 20.03.2020 r., accepted after revision: 20.05.2020 r.

2. Study area

The study area consisted of 4 of the 11 landscape parks (LPs) in the Małopolska Voivodeship Landscape Park Complex, located in south-eastern Poland, in the Pogórze Karpackie region of the Carpathian Mountains (Ciężkowicko-Rożnowski LP, Wiśnicko-Lipnicki LP and the Brzanki Range LP) and in the Beskids (Poprad LP). Their total area is 1013 km², of which 54.9% is forested (RDOŚ 2013).

3. Study methods

Fieldwork was conducted in August and September 2019. For the research, the “English” type of nest box was inspected (with the hole facing the tree trunk) in two sizes: small (12 cm×12 cm×15 cm) and large (16 cm×16 cm×35 cm), hung approximately 3 m above the ground. The boxes (nest boxes) were located along forest roads at average intervals of 40 m. The individual research plots were located at a minimum distance of 1 km from each other (Fig. 1). In total, 575 boxes were inspected, including 242 large and 333 small ones.

During the inspections, the species present in the box was recorded and, in cases where they escaped, the animals were identified by the evidence left behind and/or it was assigned to a higher taxon. In the absence of the animal in the box at the time of the inspection, where possible, nest remains were identified by their characteristic features (shape and material used). If more than one nest was left in the box, their number was determined by the apparent differences in construction, material used and degree of decomposition. If a nest was significantly decomposed, making it difficult to exactly ascribe it to species, it was assigned to a higher taxon. A nest box was defined as inhabited (hereinafter also used) when the presence of a given species or a nest left by that species was found in it at the time of inspection or when its nest was recognized. In addition, selected parameters were estimated of the habitat within a 25 m radius from the tree with the nest box: dominant tree species (stand); degree of undergrowth cover (in a four-stage scale, where 0 meant the complete lack of shrubs and undergrowth, 1 – single shrubs and trees covering up to 25% of the area, 2 – numerous shrubs and trees with cover from 26% to 75%, 3 – numerous shrubs and

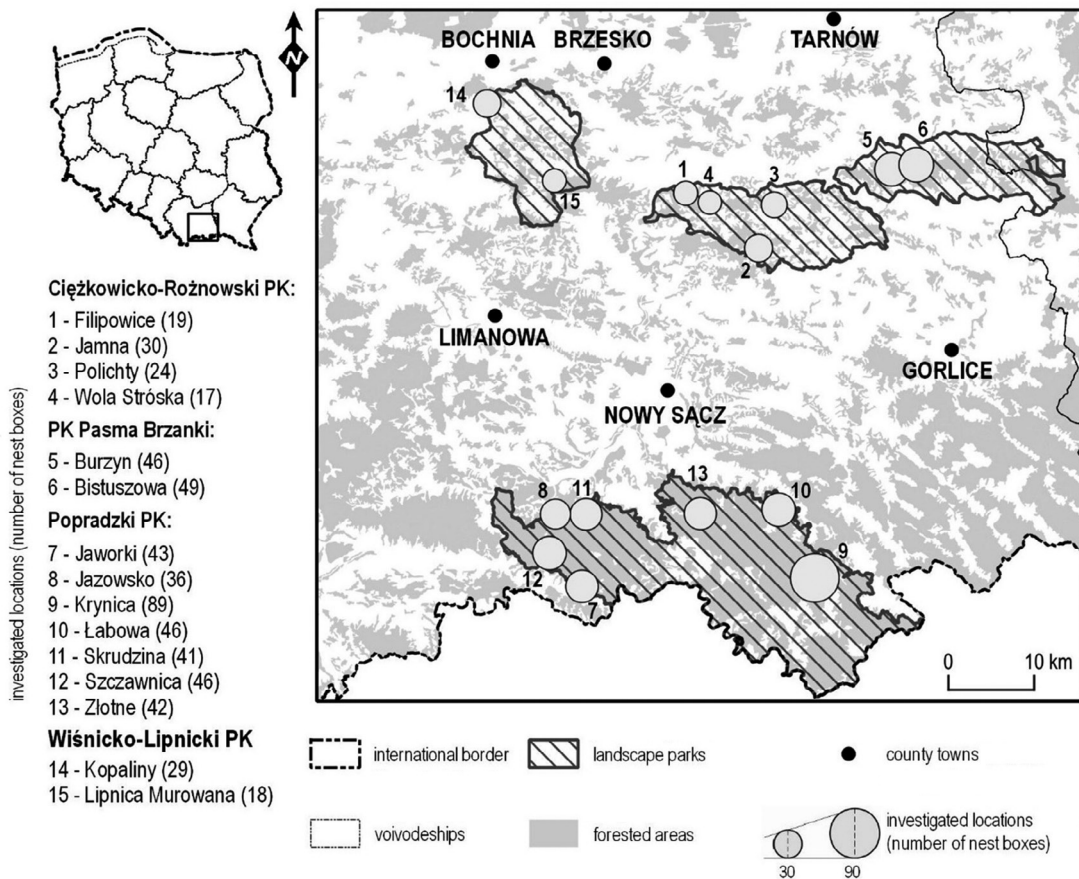


Figure 1. Locations of the surveyed Landscape Parks (PK) and study areas

trees covering $\geq 76\%$ of the area); the presence of species potentially constituting a food base for dormice (among others, beech *Fagus sylvatica*, *Quercus* spp., common hazel *Corylus avellana*, blackberry *Rubus* spp. and blueberry *Vaccinium* spp.) as well as the presence of natural shelters – trees with cavities (0 – none, 1 – presence of trees with cavities).

The obtained data were analysed for the potential dependence of occupancy on the size of the boxes with chi-square tests at a significance level of $\alpha=0.05$, using a sample of positive confirmations of the presence (finding an individual in the box at the time of inspection or recognition of a nest) of fat and hazel dormice and empty boxes ($N=276$). The analysis of nest box occupation by dormice, in relation to the number of nests in the box, was performed using the Kruskal–Wallis test, taking into account all the nest boxes used by these mammals, including the nests not identified to species ($N=193$, excluding currently occupied boxes where it was impossible to check the number of nests in the box). The preference of dormouse occupancy depending on selected habitat parameters was calculated using the formula for Ivlev's index (1961):

$$E = \frac{r - p}{r + p}$$

where

r – availability of a given type of habitat in the area under study,

p – share of the areas occupied by dormice.

This factor takes values from -1 (total avoidance) through 0 (use proportional to availability) to 1 (total positive selection).

The research was conducted on the basis of a permit from the Regional Director of Environmental Protection in Kraków (decision no. OP-I.6401.210.2019.GZ).

4. Results

Occupation of nest boxes

The presence of fat and hazel dormice was confirmed in all the LPs included in the study, whereas the presence of forest and garden dormice was not noted.

The vast majority of nest boxes (79%, $n=452$) contained evidence of their use by dormice. The fat dormice used 10%

of the boxes ($n=54$; a litter was present in 18 of them), while hazel dormice were found in 16% ($n=94$; a litter was present in 2 of them). Due to the significant state of decomposition of plant material, 300 nests found in the boxes could not be attributed to a particular rodent species. In the remaining 67 boxes, nests of other animals, mainly birds, were found. Only 56 boxes (9.7%) were empty and did not have any evidence of use. Both nest box sizes were characterized by a similar degree of use – 93% of large and 87% of small ones were occupied by dormice, birds, insects or mice.

The fat dormouse occupied the large nest boxes significantly more often ($X^2=56,649$; $df=1$; $p<0.00001$), whereas the hazel dormouse occupied the small ones ($X^2=43,369$; $df=1$; $p<0.00001$). Additionally, occupation was influenced by the presence of old nests in the boxes. The nests of the fat and hazel dormice were found more frequently in nest boxes with a greater number of old bird nests (KW-H(1;193)=9.23; $p<0.002$; KW-H(1;193)=19.1227; $p<0.00001$).

Comparison of occupation among the parks

In all parks, most of the nest boxes were used by animals – dormice, mice, birds or insects (Table 1). Among dormouse species, the fat dormouse dominated nest box occupation only in Poprad LP, while the hazel dormouse dominated in the remaining parks.

Habitat characteristics in the area around the nest boxes

The boxes were mainly hung in three types of forests: dominated by fir, beech and beech–fir stands (Table 2). The boxes used by the fat and hazel dormice were located in the stands proportionally to their share (Ivlev's index E equal or close to zero). The boxes were placed in locations with different understory densities. Those characterized by a lack of understory were less frequently inhabited by dormice than would result from their availability (Table 2). The vast majority of boxes were located in forest areas lacking natural nest cavities (category 0), which was proportional to the availability of all boxes in the study area. Most of the boxes (93%) were located in an area where one (28%), two (44%) or three (21%) plant species

Table 1. Nest boxes occupation in Carpathian landscape parks in Lesser Poland

Landscape Park PK	Number of occupied nest boxes (share) [%]			
	fat dormouse	hazel dormouse	all dormice species	all animals
Ciężkowicko-Roznowski PK	3 (3.3)	30 (33.3)	70 (77.8)	87 (96.7)
Pasma Brzanki PK	11 (11.6)	20 (21)	67 (70.5)	86 (90.5)
Popradzki PK	33 (10)	25 (7.3)	276 (80.5)	305 (88.9)
Wiśnicko-Lipnicki PK	7 (14.9)	19 (40)	39 (83)	41 (87.2)

Table 2. The value of the Ivlev index (*E*) for habitat variables around nest boxes

Habitat variables	Dormouse [%]			Ivlev index <i>E</i>	
	in community	fat	hazel	fat	hazel
forest type:					
beech forest	27.5	18.5	30.9	-0.2	0.1
fir forest	43.8	46.3	43.6	0.0	0.0
beech- fir forest	14.1	18.5	11.7	0.1	-0.1
understorey cover					
0	7.6	1.9	4.3	-0.6	-0.3
1	40.2	33.3	38.3	-0.1	0.0
2	37.3	48.1	36.2	0.1	0.0
3	14.5	16.7	21.3	0.1	0.2
cavities occurrence					
0	67.0	64.8	73.4	0.0	0.0
1	29.7	35.2	24.5	0.1	-0.1
fruiting plant species number					
0	2.2	0.0	3.2	-1.0	0.2
1	27.5	20.4	28.7	-0.1	0.0
2	43.8	44.4	34.0	0.0	-0.1
3	20.7	31.5	27.7	0.2	0.1
4	5.8	3.7	6.4	-0.2	0.0
forest floor species occurrence					
0	32.6	35.2	34.0	0.0	0.0
1	67.4	64.8	66.0	0.0	0.0
beech occurrence					
0	19.6	16.7	17.0	-0.1	-0.1
1	80.4	83.3	83.0	0.0	0.0
hazel occurrence					
0	70.7	70.4	68.1	0.0	0.0
1	29.3	29.6	31.9	0.0	0.0

were present as a potential food base for dormice. Both the fat and hazel dormice occupied mainly nest boxes located in plots with at least two fruiting species (80% and 68% of the boxes used by the species, respectively). The fat dormouse clearly avoided boxes in sites without fruiting species, while a preference was not observed for the hazel dormouse. Both the

fat dormouse and hazel dormouse were more abundant in nest boxes located in areas with beeches (83%); however, this reflected the share of this species in the study area (it was found in 80% of the area with nest boxes). Additionally, over half of the boxes occupied by the fat dormouse (65%) and hazel dormouse (66%) were in plots characterized by the presence

of at least one fruiting understory species, mainly blackberry. Common hazel was present in 29% of the area surrounding the inspected boxes, which is reflected in the presence of this species in the vicinity of boxes occupied by the fat dormouse (30%) and the hazel dormouse (32%).

5. Discussion

The high percentage of nest boxes used by Gliridaemammals shown in this study confirms the validity and effectiveness of hanging artificial shelters for these woodland mammals. The frequent use of nest boxes by dormice probably indicates an insufficient number of natural shelters in the studied habitats.

Studies have shown that hazel dormice clearly prefer small nest boxes, probably due to the fact that they avoid competition with larger species (such as the fat dormouse) (Vogel, DuPlain 2012). Not infrequently, dormice and cavity nesting birds, which are a common food source in the diet of these small mammals, occupy the same boxes (Sarà et al. 2005; Adamík, Král 2008). Additionally, dormice can use material from bird nests to build their own nests (Ściński, Borowski 2006).

Differences in nest box use in individual parks by the fat dormouse and hazel dormouse may result from the different habitat preferences of these species (Juškaitis, Šiožinytė 2008) or from the different status of dormouse populations in these areas. The results suggest that in Ciężkowicko-Rożnowski LP and Wiśnicko-Lipnicki LP, the boxes were located in much more convenient sites for the hazel dormice as they inhabited a significant share of the available boxes. On the other hand, only a small number of fat dormice were observed despite the presence of the large nest boxes they prefer.

The dormouse inhabited mainly three types of forests, fir, beech and beech–fir, which are the most common ones in the Carpathians, and this is where most of the nest boxes were located. It may seem surprising to see a frequent occurrence of dormice in fir stands. In the case of the hazel dormouse, there are data in the literature confirming the presence of this species in coniferous forests. The frequent use of nest boxes in such stands by the hazel dormouse was described by Juškaitis (2007) among others. Even fat dormice, which are usually strongly associated with beech stands, may sometimes prefer habitats with an increased proportion of coniferous trees, whose shoots provide a certain source of food, especially in years when beech crops are less abundant (Cornils et al. 2017; Jurczyszyn 2018). The presence of coniferous species such as fir, due to their construction, may facilitate the movement of dormice. It is also possible that their frequent occurrence in fir-dominated forests is due to the timing of the observations (a year of a poor beech crop). The presence of a dense understory in the forest areas where most of the boxes were inhabited by dormice confirms its importance in the selection of habitats by these animals. Shrubs and young trees form cor-

ridors for their safe movement (Karantanis et al. 2017), and a complex spatial arrangement of the vegetation may be more important in this mammal's habitat selection than species diversity (Panchetti et al. 2007). Hazel dormice in particular are known as a species closely linked to habitats with a dense and species-differentiated understory, which they willingly choose as nesting sites (Juškaitis et al. 2013). Thus, the observations made seem quite surprising as one would expect that in such habitats, the percentage of nest boxes occupied by the hazel dormouse will not be high due to the availability of numerous natural nesting sites (Wolton 2009).

Tree cavities can serve as natural shelters and nesting sites for dormice (Sevianu, Philippas 2008), but when they are in short supply, these mammals successfully occupy artificial shelters. The nutritional abundance of a habitat is important in the selection of nesting sites by dormice (Bright, Morris 1990). The vast majority of the boxes used were located in the vicinity of beech, which is an important source of food for these animals. Common hazel is also one of the plant species providing high-energy food for the dormouse (Juškaitis 2007, Jurczyszyn 2018). However, the mere presence of fruiting vegetation, such as beech, hazel and those in the understory, is not a good indicator of the attractiveness of habitats for dormouse species as these plants are characterized by a varied abundance of their fruiting over the years and only good crop years (in the case of beech) may influence the more numerous occupancy of nest boxes (Trout et al. 2015). Dormice prefer forests with a large number of fruiting species, which provide a varied diet throughout their active season, especially in years when beech does not have a good crop (Cornils et al. 2017).

Summary

This study, conducted in Carpathian LPs, was a preliminary attempt to assess the use of nest boxes by the dormouse in relation to selected habitat parameters. The obtained results confirm the high demand for nest boxes by dormice (fat dormouse and hazel dormouse). Nest boxes for dormice perform well in areas where the number of natural shelters is insufficient, and hanging them proves to be a useful tool in the active protection of these endangered mammals.

Conflict of interest

The authors declare that they have no potential conflicts of interest.

Acknowledgements and source of funding

The research was financed by the Council of Scientific Circles of the Jagiellonian University. The authors would

like to thank the Małopolska Voivodeship Landscape Parks Complex for enabling the research to be conducted and the members of the Student Naturalists Circle of the Jagiellonian University for their involvement in the fieldwork.

References

- Adamík P., Král M. 2008. Climate and resource-driven long-term changes in dormice populations negatively affect hole-nesting songbirds. *Journal of Zoology* 275(3): 209–215. DOI 10.1111/j.1469-7998.2008.00415.x.
- Atlas Ssaków Polski 2020. Ssaki. <https://www.iop.krakow.pl/ssaki> [10.02.2020].
- Bako B., Hecker K. 2006. Factors determining the distribution of coexisting dormouse species (Gliridae, Rodentia). *Polish Journal of Ecology* 54: 379–386.
- Bright P.W., Morris P.A. 1990. Habitat requirements of dormice *Muscardinus avellanarius* in relation to woodland management in Southwest England. *Biological Conservation* 54(4): 307–326. DOI 10.1016/0006-3207(90)90143-D.
- Cornils J.S., Hoelzl F., Rotter B., Bieber C., Ruf T. 2017. Edible dormice (*Glis glis*) avoid areas with a high density of their preferred food plant - the European beech. *Frontiers in Zoology* 14(1): 23. DOI 10.1186/s12983-017-0206-0.
- Ivlev V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 302 s.
- Juškaitis R. 2005. The influence of high nestbox density on the common dormouse *Muscardinus avellanarius* population. *Acta Theriologica* 50: 43–50. DOI 10.1007/BF03192617.
- Juškaitis R. 2007. Feeding by a common dormouse (*Muscardinus avellanarius*): a review. *Acta Zoologica Lithuanica* 17(2): 151–159. DOI 10.1080/13921657.2007.10512827.
- Juškaitis R., Šiožinytė V. 2008. Habitat requirements of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) and the fat dormouse (*Glis glis*) in mature mixed forest in Lithuania. *Ekologia (Bratislava)* 27(2): 143–151.
- Juškaitis R., Balčiauskas L., Šiožinytė V. 2013. Nest site selection by the hazel dormouse *Muscardinus avellanarius*: is safety more important than food? *Zoological Studies* 52(1): 53. DOI 10.1186/1810-522X-52-53.
- Jurczyszyn M. 2018. Food and foraging preferences of the edible dormouse *Glis glis* at two sites in Poland. *Folia Zoologica* 67(2): 83–90. DOI 10.25225/fozo.v67.i2.a5.2018.
- Jurczyszyn M., Wołk K. 1998. The present status of dormice (Myoxidae) in Poland. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici* 7(1): 11–19.
- Karantanis N.E., Rychlik L., Herrel A., Youlatos D. 2017. Comparing the arboreal gaits of *Muscardinus avellanarius* and *Glis glis* (Gliridae, Rodentia): a first quantitative analysis. *Mammal study* 42(3): 161–173. DOI 10.3106/041.042.0306.
- Mortelliti A., Sozio G., Driscoll D.A., Bani L., Boitani L., Lindenmayer D.B. 2014. Population and individual-scale responses to patch size, isolation and quality in the hazel dormouse. *Ecosphere* 5(9) 107. DOI 10.1890/ES14-00115.1.
- Mortelliti A., Amori G., Capizzi D., Cervone C., Fagiani S., Pollini B., Boitani L. 2011. Independent effects of habitat loss, habitat fragmentation and structural connectivity on the distribution of two arboreal rodents. *Journal of Applied Ecology* 48(1): 153–162. DOI 10.1111/j.1365-2664.2010.01918.x.
- Panchetti F., Sorace A., Amori G., Carpaneto G.M. 2007. Nest site preference of common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in two different habitat types of Central Italy. *Italian Journal of Zoology* 74(4): 363–369. DOI 10.1080/11250000701588224.
- RDOŚ 2013. Formy ochrony przyrody. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Krakowie. <http://krakow.rdos.gov.pl/formy-ochrony-przyrody> [10.02.2020].
- Rozporządzenie 2016. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz.U. 2016 poz. 2183.
- Sarà M., Milazzo A., Falletta W., Bellia E. 2005. Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. *Journal of Zoology* 265(4): 347–357. DOI 10.1017/S095283690500645X.
- Sevianu E., Filipas L. 2008. Nest boxes occupancy by three co-existing dormouse species and interspecific competition in the Transylvanian Plain (Romania). *Studia Universitatis Babeş - Bolyai, Biologia* 53(2): 39–50.
- Ściński M., Borowski Z. 2006. Home ranges, nest sites and population dynamics of the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas) in an oak–hornbeam forest: A live-trapping and radio-tracking study. *Polish Journal of Ecology* 54(3): 391–396.
- Trout R.C., Brooks S., Morris P. 2015. Nest box usage by old edible dormice (*Glis glis*) in breeding and non-breeding years. *Journal of Vertebrate Biology* 64(4): 320–324. DOI 10.25225/fozo.v64.i4.a5.2015.
- Williams R.L., Goodenough A.E., Hart A.G., Stafford R. 2013. Using long-term volunteer records to examine dormouse (*Muscardinus avellanarius*) nestbox selection. *PLoS ONE* 8(6): e67986. DOI 10.1371/journal.pone.0067986.
- Wolton R. 2009. Hazel dormouse *Muscardinus avellanarius* (L.) nest site selection in hedgerows. *Mammalia* 73(1): 7–12. DOI 10.1515/MAMM.2009.001.
- Vogel P., Du Plain J. 2012. Testing the use of two types of nest box by the common dormouse *Muscardinus avellanarius*. *Peckiana* 8: 157–165.

Authors' contribution

I.F. – author of the concept and research project, fundraising, development of the research assumptions and methods, data collection, analysis of results, manuscript preparation; E.P. – data collection, statistical analysis, analysis of results, manuscript preparation; K.N. – data collection, statistical analysis; J.W. – data collection, preparation of figures and tables; A.M. – data collection, literature preparation; K.Ś. – author of the concept and research project, development of the research assumptions and methods.