

Barbastella barbastellus

Biologia i ochrona gatunku



MOPEK ZACHODNI

Barbastella barbastellus

Biologia i ochrona gatunku

Autorzy oraz redaktorzy tekstów

Iwona Gottfried^{1,2}, Grzegorz Błachowski², Elżbieta Fuszara³, Tomasz Gottfried², Adam Olszewski^{2,4}, Błażej Wojtowicz², Andrzej Węgiel^{2,5}

¹Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych, Zakład Ekologii Behawioralnej, ul. Sienkiewicza 21, 50-335 Wrocław

²Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Nietoperzy, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

³Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, IBFiE, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

⁴Kampinoski Park Narodowy, ul. Tetmajera 38, 05-080 Izabelin

⁵Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny i Technologii Drewna, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

Recenzenci

dr hab. Konrad Hałupka
Uniwersytet Wrocławski

prof. dr hab. Witold Grzywiński
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Fotografie na okładce

Dawid Błaszczyk, Iwona i Tomasz Gottfried, Maurycy Ignaczak,
Wojciech Stephan, Andrzej Węgiel

Publikacja powstała w ramach projektu pn. „Czynna ochrona mopka zachodniego na wybranych obszarach leśnych w Polsce” realizowanego w latach 2021–2024 przez Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Nietoperzy. Projekt ten oraz powstanie publikacji dofinansowane zostało ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego 2014–2021 oraz z Budżetu Państwa za pośrednictwem Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



MOPEK ZACHODNI

Barbastella barbastellus

Biologia i ochrona gatunku



© Copyright by Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Nietoperzy
© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Poznań 2023



Książka jest dostępna na licencji Creative Commons – Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-ND 4.0)

Opracowanie redakcyjne
Paulina Kaczmarek

Opracowanie graficzne i komputerowe
Stanisław Tuchołka | panbook.pl

Projekt okładki
Jacek Grześkowiak

ISBN 978-83-67112-65-9 (oprawa miękka)
ISBN 978-83-67112-62-8 (on-line pdf)
<https://doi.org/10.17306/978-83-67112-62-8>

Wydanie I. Ark. wyd. 8,9, ark. druk. 8,5.

OGÓLNOPOLSKIE TOWARZYSTWO OCHRONY NIETOPERZY
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań
nietoperze.pl
tel. 605 580 285, e-mail: oton@nietoperze.pl

WYDAWNICTWO UNIwersYTETU PRZYRODnicZEGO W POZNANIU
ul. Witosa 45, 61-693 Poznań
tel. 61 848 7808, e-mail: wydawnictwo@up.poznan.pl
<https://www.wydawnictwo.up.poznan.pl>

Wydrukowano w Zakładzie Graficznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 67, 60-625 Poznań

Wersja elektroniczna dostępna na stronie internetowej Wydawnictwa UPP
<https://www.wydawnictwo.up.poznan.pl> oraz w serwisie <https://www.ibuk.pl/>

SPIS TREŚCI

THE BARBASTELLE BAT <i>BARBASTELLA BARBASTELLUS</i> . BIOLOGY AND CONSERVATION (ABSTRACT)	7
MOPEK ZACHODNI <i>BARBASTELLA BARBASTELLUS</i> . BIOLOGIA I OCHRONA GATUNKU (STRESZCZENIE)	9
WSTĘP	11
1. SYSTEMATYKA I NAZEWNICTWO	13
2. ROZPOZNAWANIE	15
2.1. Wygląd zewnętrzny	15
2.2. Głosy echolokacyjne	20
3. WYSTĘPOWANIE I STAN POPULACJI	22
3.1. Wprowadzenie	22
3.2. Rozmieszczenie	22
3.3. Stan populacji w Polsce i w Europie	23
4. STATUS OCHRONNY GATUNKU W POLSCE	31
5. WYMAGANIA SIEDLISKOWE	37
5.1. Okres aktywności	37
5.1.1. Migracje	37
5.1.2. Rozród	39
5.1.3. Gody	46



5.1.4. Żerowiska	49
5.2. Okres zimowy	56
6. ZAGROŻENIA	63
6.1. Zagrożenia w okresie aktywności	63
6.1.1. Migracje	63
6.1.2. Rozród	64
6.1.3. Gody	65
6.1.4. Żerowiska	66
6.2. Zagrożenia w okresie zimy	69
7. DOBRE PRAKTYKI W OCHRONIE GATUNKU	77
7.1. Ochrona żerowisk	77
7.1.1. Lasy na obszarach chronionych	77
7.1.2. Lasy gospodarcze	79
7.1.3. Plantacje drzew	88
7.2. Utrzymanie tras migracji	89
7.3. Zapewnienie miejsc rozrodu	92
7.3.1. Schronienia naturalne w drzewach	92
7.3.2. Schronienia sztuczne	94
7.4. Ochrona miejsc odbywania godów	101
7.5. Ochrona mopka w czasie zimy	102
8. MONITORING LICZEBNOŚCI POPULACJI	109
8.1. Monitoring zimowy	109
8.2. Monitoring letni	110
8.2.1. Monitoring akustyczny	110
8.2.2. Kontrola budek	113
8.2.3. Odłowy w sieci	113
9. PODSUMOWANIE	119
ZAŁĄCZNIK – APPENDIX	121
LITERATURA	122

The Barbastelle Bat *Barbastella barbastellus*. Biology and conservation

Abstract

The book summarizes the state of knowledge about the biology of the Barbastelle bat, as well as its habitat requirements and threats. It also includes recommendations for the conservation of the species, based on available scientific literature and the many years of experience of the authors.

The Barbastelle is a Palaearctic species, found over nearly all of Europe (Fig. 6). However, in many regions of its occurrence, there is a lack of information on the trends and population status of this bat. Based on the available data, it can be concluded that in most countries the species is rare and shows a declining trend. The Barbastelle bat has most frequently been recorded in Central Europe: Poland, the Czech Republic and Slovakia.

In Poland, the Barbastelle is most abundant in the eastern, central and southwestern regions (Fig. 7). In other parts of the country it seems to be rare. Currently, its population is assessed as stable or with a slight upward trend. On the basis of the results of winter bat counts in regularly monitored underground roosts, the population of this bat is estimated at a minimum of 13,900 individuals (Table 1).

As of 2023, 93 Natura 2000 areas in Poland list the Barbastelle as one of their objects of protection (Table 2, Fig. 8). In 82 of these areas, the bat's population size is assigned category C (i.e., it is 0–2% of the national population). In Natura 2000 areas in Poland, the population is mainly protected during winter (in 53 areas), while during the breeding season the species is protected in 39 areas. This is not enough for the effective protection of the Barbastelle bat. It is necessary to undertake protection efforts on a larger scale, ensuring favourable conservation status during breeding, wintering and migration periods.

The Barbastelle is a forest-dwelling bat species that frequently switches roosts (it prefers dead and dying trees). To provide an adequate number of roosts, it is necessary to leave as many old and dying trees as possible standing in woodlands and forests. Where old trees are lacking, an effective measure to increase the number of roosts for breeding colonies is to install artificial shelters – crevice boxes (Appendix), which should be hung in groups of several in one place (Fig. 42).

For the protection of this cold-loving bat species, it is important to protect the underground roosts where they hibernate. Protection should include large underground objects, but also smaller, shallower objects that cool down quickly, such as bunkers and cellars. Adaptation of such objects to the role of wintering sites for bats is particularly important in lowland areas, where natural undergrounds (caves) are scarce. It also becomes increasingly important for the protection of cryophilic, sedentary bat species (such as the Barbastelle), in the context of the present climate change.

The Barbastelle has a short echolocation range and generally avoids open areas devoid of landmarks. Thus, one of the biggest threats to this bat species is habitat fragmentation. It is crucial to preserve linear landscape elements in the form of treelines, hedgerows, riverbank vegetation etc., which will provide safe flight paths between habitat patches used by bats and also make contact between individuals from neighboring areas possible.

Keywords: *Barbastella barbastellus*, distribution, Poland, status of the population, habitat requirements, threats, species conservation, monitoring

Mopek zachodni *Barbastella barbastellus*. Biologia i ochrona gatunku

Streszczenie

Książka podsumowuje stan wiedzy o biologii mopka *Barbastella barbastellus* oraz o wymaganiach siedliskowych tego nietoperza i jego zagrożeniach. Zawiera zalecenia ochronne, które opierają się na informacjach zawartych w literaturze naukowej oraz na wieloletnich doświadczeniach autorów tego opracowania.

Mopek jest gatunkiem palearktycznym, występującym niemal w całej Europie (ryc. 6). W wielu regionach występowania brakuje jednak informacji o trendach i stanie populacji tego nietoperza. Na podstawie dostępnych danych można wnioskować, że w większości krajów gatunek jest nieliczny i jego liczebność wykazuje trend spadkowy. Najliczniej mopek zachodni notowany jest w Europie Środkowej: w Polsce, Czechach i na Słowacji.

W Polsce mopek obserwowany jest prawie w całym kraju (ryc. 7), jednak najliczniej występuje we wschodniej, centralnej i południowo-zachodniej części. Na reszcie obszaru kraju jest rzadki. Obecnie jego populację ocenia się jako stabilną lub nawet o niewielkim trendzie wzrostowym. Na podstawie wyników z zimowych liczeń nietoperzy w znanych i regularnie kontrolowanych hibernakulach populację tego nietoperza szacuje się na minimum 13,9 tys. osobników (tab. 1).

W Polsce do 2023 r. powołano 93 obszary Natura 2000, w których mopek stanowi przedmiot ochrony (tab. 2, ryc. 8). W większości tych obszarów liczebność populacji przypisano do kategorii C, tzn. wynosi ona 0–2% populacji krajowej (82 obszary). Na obszarach Natura 2000 w Polsce populacja chroniona jest przede wszystkim w okresie zimy (53 obszary), natomiast w okresie rozrodu gatunek chroniony jest na 39 obszarach. To zbyt mało, aby ochrona mopka zachodniego była skuteczna. Konieczne jest podejmowanie działań ochronnych na szerszą skalę zarówno w czasie rozrodu, zimowania, jak i migracji.

Mopek jest leśnym gatunkiem nietoperza, często zmieniającym swoje kryjówki (preferowane w drzewach zamierających i martwych). Konieczne jest pozostawianie jak największej liczby starych i zamierających drzew, co zapewni odpowiednią liczbę schronień i obfite żerowiska. Tam, gdzie brakuje starodrzewów, skutecznym działaniem, zwiększającym liczbę ukryć dla kolonii rozrodczych, jest montowanie sztucznych schronień – budek szczelinowych (Załącznik), które należy wieszać w grupach po kilka sztuk (ryc. 42).

Dla ochrony tego zimnolubnego gatunku nietoperza ważne jest zabezpieczanie podziemi, w których zimuje. Ochroną powinny być obejmowane duże obiekty podziemne, ale również płytsze i szybko wychładzające się, np. bunkry, piwnice. Adaptacja takich obiektów na zimowiska dla nietoperzy jest szczególnie ważna na obszarach nizinnych, gdzie zdecydowanie rzadziej występują naturalne podziemia – jaskinie. Działania te mają też coraz większe znaczenie dla ochrony zimnolubnych, osiadłych gatunków nietoperzy (m.in. mopka) w kontekście ocieplania się klimatu.

Mopek ma krótki zasięg echolokacji. Jednym z większych zagrożeń dla tego gatunku nietoperza jest fragmentacja siedlisk. Niezmiernie istotne jest zachowanie ciągów roślinności wśród pól i na brzegach rzek, co zapewni bezpieczny przelot pomiędzy wykorzystywanymi siedliskami i kontakt osobników z sąsiadującymi obszarami.

Słowa kluczowe: *Barbastella barbastellus*, rozmieszczenie, Polska, stan populacji, wymagania siedliskowe, zagrożenia, ochrona gatunkowa, monitoring

WSTĘP

Autorami książki są specjaliści – chiropterolodzy, od wielu lat zajmujący się badaniem i ochroną nietoperzy. Wśród nich są zarówno osoby pracujące w instytucjach naukowych, jak i działające w przyrodniczych organizacjach pozarządowych, które prowadzą badania naukowe, monitorują populacje nietoperzy, wykonują ekspertyzy i oceny oddziaływania, zajmują się czynną ochroną tych zwierząt i edukacją przyrodniczą, popularyzują wiedzę oraz biorą udział w wielu innych działaniach dotyczących nietoperzy.

Często jednym z głównych problemów w ochronie nietoperzy jest niewystarczająca wiedza o biologii gatunku, a niekiedy nawet o jego rozmieszczeniu. Brak danych utrudnia dokładną ocenę stanu populacji. Mimo że nietoperze są szeroko rozpowszechnionymi ssakami lądowymi, a obecnie opisanych jest ponad 1400 gatunków, to jednak w przypadku większości gatunków nietoperzy wiemy znacznie mniej o liczebności ich populacji, trendach czy wymaganiach siedliskowych w porównaniu z innymi ssakami i ptakami. To sprawia, że wyznaczanie priorytetów i planowanie działań ochronnych jest ogromnym wyzwaniem. Tymczasem identyfikacja głównych zagrożeń jest kluczem do zaproponowania działań, które mogą zmniejszyć ryzyko lokalnego lub globalnego wyginięcia dzięki znajomości czynników powodujących zanikanie gatunków.

Ochrona nietoperzy ma ogromne znaczenie, gdyż zwierzęta te świadczą wiele usług ekosystemowych (m.in. wpływają na liczebność owadów, w tropikach zapylają różne gatunki roślin i rozsiewają nasiona). Mocno oddziałują na środowisko, a więc i ich rola w zachowaniu równowagi w ekosystemach jest niezmiernie istotna. Z drugiej strony wymagania siedliskowe nietoperzy są bardzo wysokie, a reakcje na zmiany zachodzące w środowisku – wyjątkowo szybkie. Ssaki te, zwłaszcza gatunki osiadłe, takie jak mopek zachodni, są zatem dobrymi bioindykatorami – wyznacznikami jakości i stanu zachowania środowiska.

Mopek zachodni jest typowo leśnym gatunkiem nietoperza, któremu obecnie grozi wyginięcie. Pod wieloma względami gatunek ten ma inne wymagania siedliskowe niż pozostałe krajowe nietoperze, konieczne staje się więc zastosowanie specyficznych metod ochrony czynnej. Książka podsumowuje stan wiedzy



o biologii tego gatunku, jego wymaganiach siedliskowych i zagrożeniach oraz opisuje dobre praktyki w jego ochronie. Przedstawione zalecenia ochronne opierają się na informacjach zawartych w literaturze naukowej, jak i wieloletnich doświadczeniach autorów tego opracowania. Autorzy chcieliby, aby książka stała się „poradnikiem ochrony mopka” – była źródłem praktycznej wiedzy, dawała wskazówki i pokazywała skuteczne działania ochrony czynnej, pomagała w prowadzeniu czy tworzeniu nowych programów monitorowania trendów populacji, a w efekcie przyczyniła się do zachowania tego zagrożonego gatunku nietoperza.

1. SYSTEMATYKA I NAZEWNICTWO

Rodzaj *Barbastella* obejmuje dwa gatunki: mopka zachodniego *B. barbastellus* (Schreber, 1774) i mopka wschodniego *B. leucomelas* (Benda i Mlíkovský, 2008 za: Cretzschmar, 1830). Niektórzy wyróżniają więcej gatunków w tym rodzaju (Kruskop i in., 2019). W Polsce występuje jeden gatunek – mopek zachodni *Barbastella barbastellus* podgatunek nominatywny (typowy, na podstawie którego opisano gatunek) *Barbastella barbastellus barbastellus*. Drugi podgatunek *B. b. guanchae* występuje jako podgatunek endemiczny na Wyspach Kanaryjskich (Trujillo i in., 2002).

Mopka zachodniego po raz pierwszy opisał, zgodnie z zasadami nazewnictwa binominalnego, niemiecki przyrodnik Johann Christian Daniel von Schreber w 1774 roku, nadając mu nazwę *Vespertilio barbastellus* (Schreber, 1774). Okaz wzorcowy, na podstawie którego opisano nowy gatunek (holotyp), pochodził z Burgundii we Francji (Wilson i Reeder, 2005). W 1836 roku gatunek został umieszczony w rodzaju *Barbastellus*, a obecnej kombinacji nazwy *Barbastella barbastellus* pierwszy raz użył w 1897 roku Gerrit Smith Miller Jr. Nazwa ta pochodzi od łacińskiego *barba* (broda) i *stella* (gwiazda). Patrząc na osobnika z boku, wydaje się, że ma brodę lub wąsy (Rydell i Bogdanowicz, 1997). W polskiej literaturze zoologicznej dla oznaczenia gatunku używana była nazwa zwyczajowa „mopek” (Kraczkiewicz, 1968), którą zmieniono w 2015 roku na dwuczłonową, przypisując gatunkowi oznaczenie mopek zachodni i rezerwując nazwę mopek dla rodzaju *Barbastella* (Cichocki i in., 2015).

Rząd: **Nietoperze** Chiroptera

Podrząd: **Mroczkoksształtne** Yangochiroptera (zamiennie Vespertilioniformes)

Rodzina: **Mroczkowate** Vespertilionidae

Gatunek: **mopek zachodni** *Barbastella barbastellus*

Nazwy gatunku wcześniej obowiązujące w Polsce:

zrosłouszek mopsowaty, zrosłouszek, niedopérz mopsik, nietoperz mopsik, mopsik szerokouchy, krotkopysk, krótkopysk, szerokouch mopek, mopek zrosłouszek, mopek (Sachanowicz i Ciechanowski, 2005; Cichocki i in., 2015).



Nazwa gatunku w wybranych językach:

Western barbastelle – angielski
Еўрапейская шыракавушка – białoruski
Netopýr černý – czeski
Bredøret flagermus – duński
Euroopa laikõrv – estoński
Mopsilepakko – fiński
Barbastelle d'Europe – francuski
Murciélago de bosque – hiszpański
Mopsvleermuis – holenderski
Breiðeyrnablaka – islandzki
Europinis plačiaausis – litewski
Platausainais siksparnis – łotewski
Mopsfledermaus – niemiecki
Bredøreflaggermus – norweski
Morcego-negro – portugalski
Liliacul-cârn – rumuński
Uchaňa čierna – słowacki
Širokouhi netopir – słoweński
Barbastell – szwedzki
Широкових звичайний – ukraiński
Nyugati pisedenevér – węgierski
Barbastello – włoski

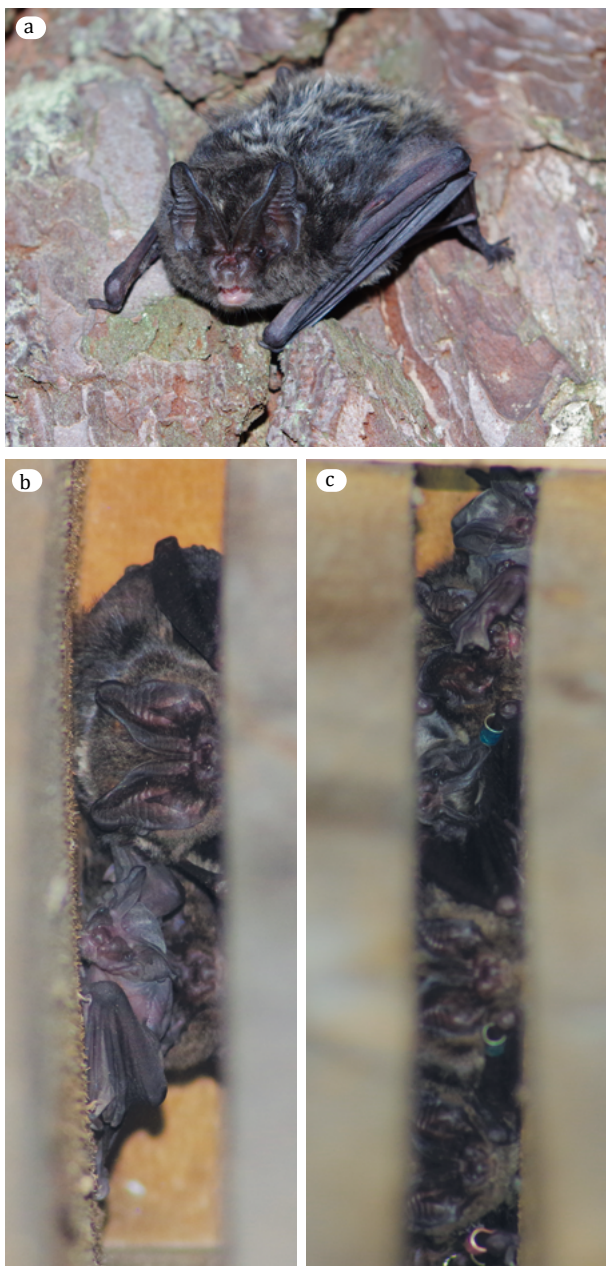
2. ROZPOZNAWANIE

2.1. Wygląd zewnętrzny

Mopka zachodniego (dalej zwanego mopkiem) trudno pomylić z innymi gatunkami nietoperzy. Ubarwienie ciała jest ciemne, niemal czarne. Na grzbiecie jedynie końce włosów są białe lub żółte. To powoduje, że osobniki młode (2–3-tygodniowe), którym dopiero rośnie futro, są jasne, często wręcz srebrzyste (ryc. 1), do momentu gdy włos osiągnie długość docelową. Futro na brzuchu jest ciemnoszare i słabo kontrastuje ze stroną grzbietową. Pysk, błona skrzydłowa i ogonowa również są ciemne, podobnie jak krótkie włosy na pysku, zewnętrznej stronie uszu i częściowo porastające błony (uropatagium i plagio-patagium). Pysk jest krótki, o specyficznym układzie fałdów skórnych, nozdrza skierowane w górę. Uszy – szerokie, krótkie, trójkątne i łączące się nasadami na środku głowy (ryc. 1) – nadają mopkom charakterystyczny wygląd. U nasady uszu znajdują się koziółki (płaty skórne) nożowatego kształtu, które zwężają się w połowie długości, kończą szpiczasto i sięgają połowy wysokości ucha. Na zewnętrznym brzegu ucha w połowie wysokości może być widoczny mały płatek (1–1,5 mm), jednak ta cecha nie zawsze występuje (Gazaryan, 2000). Oczy u tego gatunku są małe i czarne.

Mopek jest średniej wielkości krajowym gatunkiem nietoperza (przedramię długości 36–44 mm, ciało 45–60 mm). Masa ciała jest zmienna w sezonie, średnio wynosi 7–10 g (Dietz i in., 2009; Russo i in., 2020). Wiosną, po okresie hibernacji osobniki tego gatunku ważą około 5,6 g, z kolei jesienią ich masa dochodzi średnio do 13,7 g (Rydell i Bogdanowicz, 1997). W populacji z Puław masa ciała zimujących mopków mieściła się w przedziale 7,5–15,2 g (Krzanowski, 1961). Z kolei masa osobników odłowionych w okresie letnim w południowo-zachodniej Polsce wynosiła 7,5–15,7 g (Gottfried, 2009).

Brak wyraźnego dymorfizmu płciowego. Samice są nieco większe, jednak pewne rozpoznanie płci jest możliwe po schwytaniu osobnika: u samców na stronie brzusznej będzie widoczne prącie.



Ryc. 1. Mopek zachodni *Barbastella barbastellus*: (a) osobnik dorosły, (b, c) młode z dorosłymi (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 1. The Barbastelle bat *Barbastella barbastellus*: (a) adult, (b, c) juveniles with adults (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



Ryc. 2. U młodych nietoperzy, do około dwóch miesięcy od urodzenia, po podświetleniu skrzydła latarką widoczne są (jako jaśniejsze paski) nieskostniałe fragmenty końców kości paliczków – chrząstki epifizalne (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 2. When the wing is illuminated with a flashlight, young bats, up to about two months after birth, can be identified by lighter stripes of non-ossified fragments of the tips of the phalangeal bones – epiphyseal cartilage (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)

Osobnika młodego można odróżnić od dorosłego tylko przez około dwa miesiące od urodzenia. Podświetlając latarką skrzydła, u młodego zobaczymy chrząstki epifizalne – fragmenty końców kości paliczków w postaci jaśniejszych pasków (ryc. 2).

Skrzydła mopka są długie i niezbyt szerokie (ryc. 3), a ich rozpiętość mieści się w przedziale 25–28 cm. Umożliwiają one stosunkowo wolny lot, ale zapewniają dużą zwrotność, a nawet zawisanie w powietrzu. W spoczynku skrzydła są składane i trzymane po bokach ciała (ryc. 1). Błona skrzydłowa przyczepiona jest do nasady palców stóp. Ostroga (chrząstka biegnąca od stopy, usztywniająca brzeg błony ogonowej) sięga połowy długości brzegu błony ogonowej i ma płatek skórny z chrząstką (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Dietz i in., 2009). Sylwetka latającego mopka jest podobna do innych gatunków nietoperzy zbliżonej wielkości, co uniemożliwia jego odróżnienie, nawet w świetle latarki.



Ryc. 3. Mopek zachodni w locie (fot. Maurycy Ignaczak)

Fig. 3. The Barbastelle bat in flight (photo: Maurycy Ignaczak)

Głowa mopka ma dość charakterystyczną budowę (ryc. 4), co ułatwia rozpoznanie gatunku na podstawie szczątków znajdujących m.in. w podziemiach czy w zrzutkach (wypluwkach) sów. Delikatna czaszka osiąga długość 12,0–14,8 mm (długość kondylobazalna). W okolicy kości nosowych jest mocno spłaszczona i wklęsła. Żuchwa ma długość poniżej 9,4 mm, a wysokość gałęzi żuchwy poniżej 2,7 mm (Kowalski i Ruprecht, 1984). Zęby są małe, heterodontyczne. Zęby mleczne ulegają wymianie po urodzeniu. Liczba zębów stałych wynosi 34, a wzór zębowy wygląda następująco (Kowalski i Ruprecht, 1984):

2 1 2 3

3 1 2 3



Ryc. 4. Czaszka mopka zachodniego (źródło: Kolekcja Zoologiczna IBS PAN)

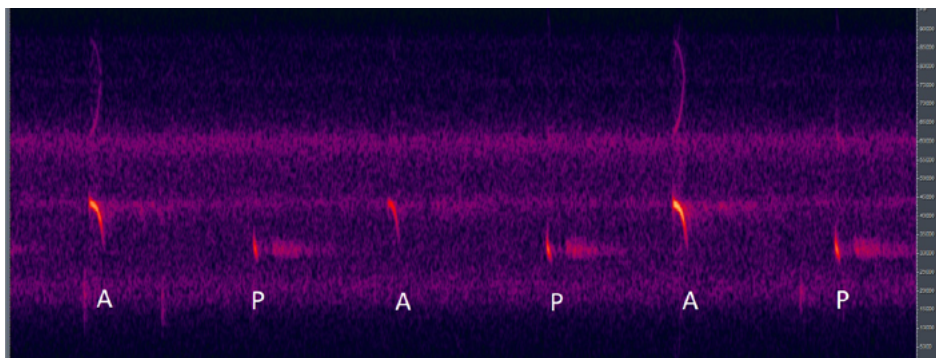
Fig. 4. Skull of the Barbastelle bat (source: Institute of Mammal Research, Polish Academy of Sciences)

2.2. Głosy echolokacyjne

Mopek zaliczany jest do gatunków o krótkim zasięgu echolokacji, co powoduje, że unika wylatywania na otwartą przestrzeń. Jednym z głównych zagrożeń dla nietoperzy o krótkim zasięgu echolokacji, zwłaszcza w okresie migracji, jest fragmentacja siedlisk. W czasie przemieszczania się – czy to związanego z dyspersją osobników młodych, czy do miejsc zimowania lub godów – mopek lata blisko różnego rodzaju elementów krajobrazu, od których mogą odbijać się głosy echolokacyjne. W ten sposób orientuje się w przestrzeni i zapamiętuje trasę przelotu. Korzysta z liniowych elementów środowiska, m.in. alei, zadrzewień śródpolnych, żywopłotów (Neuweiler, 1990; Hermanns i in., 2003), które łączą poszczególne fragmenty lasów wykorzystywane przez osobniki tego gatunku. Takie liniowe struktury osłaniają również od niekorzystnych warunków pogodowych oraz chronią przed drapieżnikami (Limpens i Kapteyn, 1991; Lesiński, 2008; Frey-Ehrenbold i in., 2013).

Mopek posługuje się dwoma typami dźwięków (Ahlén i Baagøe, 1999; Parsons i Jones, 2000; Barataud, 2005) o niskiej amplitudzie (Lewanzik i Goerlitz, 2018). Dźwięki te są emitowane przez pysk lub przez nos, dzięki czemu rozchodzą się w różnych kierunkach (Rydell i in., 1996; Seibert i in., 2015; Lewanzik i Goerlitz, 2018). Głos podstawowy emitowany jest przez pysk i skierowany w dół. Służy do określenia wysokości nietoperza nad ziemią i jest lepiej dostosowany do wykrywania przeszkód i położenia osobnika w środowisku (orientacji i nawigacji), a tylko sporadycznie do wykrywania ofiar (ryc. 5). Jest to dźwięk typu FM (*frequency modulated*), wąskopasmowy, o krótkim czasie trwania (zazwyczaj 2,2–2,5 ms), z najlepszą częstotliwością słyszenia przypadającą na 32–33 kHz (Ahlén i Baagøe, 1999; Denzinger i in., 2001; Barataud, 2005; Seibert i in., 2015). Przy użyciu detektora ultradźwięków ustalono, że odległość, z jakiej głos ten jest słyszalny, wynosi około 30 m (Barataud, 2005). Głos alternatywny, emitowany w górę, służy do dokładnej lokalizacji celu, np. ofiar (ryc. 5). Jest również dźwiękiem typu FM, szerokopasmowym, o znacznie dłuższym czasie trwania (3–6 ms w środowisku otwartym), z maksymalną energią przypadającą na 41–45 kHz (Ahlén i Baagøe, 1999; Řehák, 2000; Denzinger i in., 2001; Barataud, 2005; Seibert i in., 2015). Głos alternatywny słyszany jest z odległości około 15 m (Barataud, 2005). Prawdopodobnie taki dwufunkcyjny system echolokacji, unikatowy wśród europejskich gatunków nietoperzy, a dodatkowo używanie głosów o niskim natężeniu wyewoluowały jako przystosowanie do żerowania na ćmach, które mają narządy tympanalne i słyszą echolokację nietoperzy (Miller i Surlykke, 2001; Waters, 2003; Goerlitz i in., 2010; Seibert i in., 2015).

Głosy echolokacyjne używane przez mopka są 10–100 razy słabsze od głosów innych gatunków nietoperzy polujących w podobnych środowiskach, co utrudnia



Ryc. 5. Dwa najczęściej naprzemiennie używane przez mopka zachodniego dźwięki echolokacyjne. P – głos podstawowy, A – głos alternatywny

Fig. 5. The two most common echolocation calls emitted by the Barbastelle. P – type 1, A – type 2

ćmom wczesne wykrycie mopków i uniknięcie ataku (Goerlitz i in., 2010; Seibert i in., 2015). Z tego względu jednak mopkom trudniej poruszać się w pofragmentowanym siedlisku. Tak więc niezmiernie istotne jest odpowiednie zagospodarowanie przestrzenne i zachowanie liniowych elementów krajobrazu, by populacje żyjące w różnych fragmentach lasów nie były od siebie izolowane oraz by osobniki mogły migrować pomiędzy obszarami wykorzystywanymi w okresie pozazimowym a miejscami hibernacji i godów.

3. WYSTĘPOWANIE I STAN POPULACJI

3.1. Wprowadzenie

Dotychczas przeprowadzone badania wskazują, że mopek swoim zasięgiem obejmuje niemal całą Europę, a nawet notowany jest na północy Afryki. Rozmieszczenie gatunku nie jest jednak równomierne. Podobnie różny jest stan populacji. W większości krajów populacja jest nieliczna i wykazuje trend spadkowy. Najliczniej mopek notowany jest w Europie Środkowej, na terenie Polski, Czech i Słowacji (Lehotská i Lehotsky, 2003; Horáček i Uhrin, 2010; Gottfried i in., 2015; Gottfried i in., 2020). Na terenie tych krajów występuje znaczna część populacji tego gatunku. Dlatego kraje te, również Polska, powinny wziąć odpowiedzialność za zachowanie mopka, za poprawę stanu populacji gatunku i ochronę siedlisk wykorzystywanych przez tego nietoperza.

3.2. Rozmieszczenie

Najstarsze skamieniałości mopka datowane są na dolny plejstocen. W osadach plejstocenijskich znajdowano tego nietoperza w całej Europie, od południa Włoch po północne regiony kontynentu (Horáček, 1976; Salari i Di Canzio, 2009; Russo i in., 2020). W osadach od wczesnego do środkowego holocenu notowano go często (Rydell i Bogdanowicz, 1997), a w osadach Kotliny Karpackiej był jednym z najpospolitszych gatunków (Russo i in., 2020). Gatunek najprawdopodobniej powstał na kontynencie europejskim (Topál, 1989).

Współcześnie mopek jest gatunkiem palearktycznym, występującym niemal w całej Europie (ryc. 6). Północna granica zasięgu tego nietoperza przebiega przez Szwecję w okolicy 60° szerokości geograficznej północnej oraz przez Wielką Brytanię. W Irlandii i Norwegii mopek notowany był kilkakrotnie. Obecnie w Irlandii nie występuje (Lysaght i Marnell, 2016), natomiast w Norwegii jego

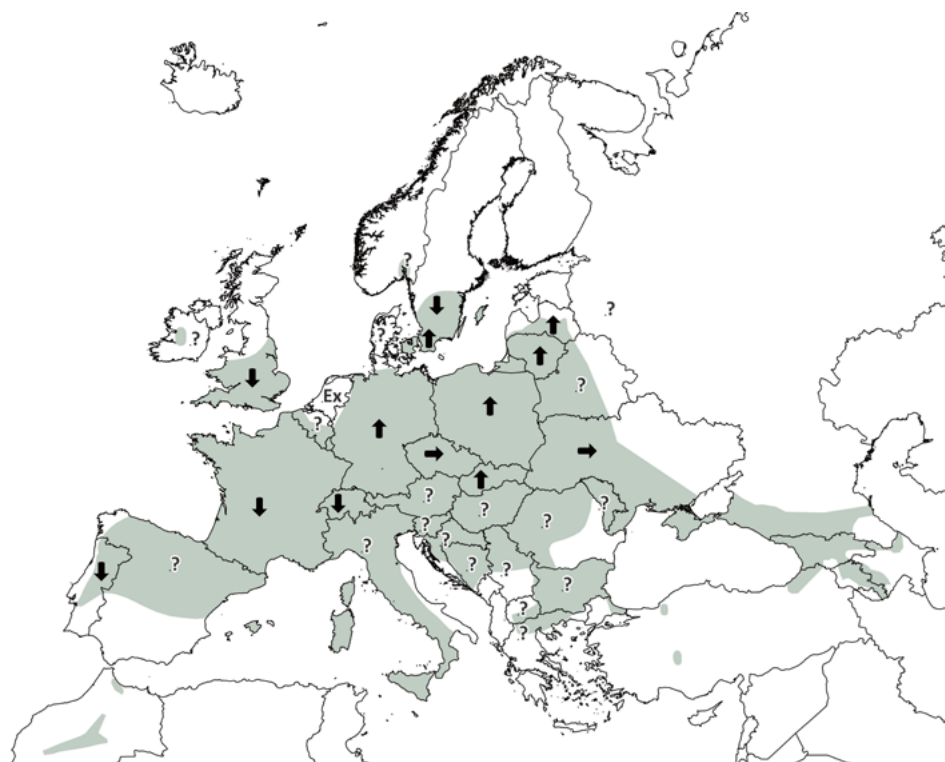


występowanie jest niepewne. Większość notowań pochodzi sprzed wielu lat, ostatnie z 2008 r. (Russo i in., 2020). W Luksemburgu, gdzie był uznany za gatunek wymarły, stwierdzono w 2013 r. kolonię rozrodczą (Pir i Dietz, 2014). W Holandii uznawany jest za gatunek wymarły od końca XX w., natomiast w Danii za bliski wymarcia (Sachanowicz i Ciechanowski, 2005). Wschodnia granica zasięgu mopka biegnie przez Białoruś, Ukrainę, Krym oraz Kaukaz i Turcję (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Dietz i in., 2009; Bashta, 2012; Russo i in., 2020). Stwierdzany był również na wyspach: Balearach, Korsyce, Sardynii oraz Wyspach Kanaryjskich. Poza Europą spotykany jest w północno-zachodniej Afryce (w Maroku) i w Anatolii (Dietz i in., 2009). Gatunek ten w obrębie swojego zasięgu występowania nie jest rozmieszczony równomiernie, nie był notowany na dużej części nizin wymienionych wyżej krajów, a na obszarach śródziemnomorskich i Bałkanach jego obecność zwykle ograniczona jest do terenów wyżynnych lub górskich (Russo i in., 2020).

3.3. Stan populacji w Polsce i w Europie

Jednym z głównych problemów w ochronie nietoperzy, w tym mopka, jest niewystarczająca wiedza o rozprzestrzenieniu gatunków i stanie ich populacji. Wciąż w wielu regionach występowania mopka brakuje danych o liczebności populacji i trendach lub informacje są wyrywkowe. Utrudnia to dokładną ocenę stanu populacji w całym zasięgu występowania czy poszczególnych regionach Europy oraz wskazanie obszarów, gdzie liczebność populacji maleje, trend jest stabilny czy wzrostowy. To sprawia, że wyznaczanie priorytetów i planowanie działań ochronnych jest ogromnym wyzwaniem. Tymczasem identyfikacja głównych zagrożeń czy obszarów, gdzie spada liczebność populacji, są kluczowe, by na czas podjąć właściwe działania ochronne i zmniejszyć ryzyko lokalnego lub całkowitego wyginięcia gatunku oraz złagodzić wpływ czynników powodujących jego zanikanie.

Według Światowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN), podsumowującej dostępne dane z całego zasięgu występowania, do roku 2008 mopek uznawany był za gatunek narażony na wyginięcie – kategoria VU. Po tym roku status gatunku został zmieniony na gatunek bliski zagrożenia – NT, a stan populacji oceniono jako stabilny (IUCN 2011-2). Obecnie mopek ma status gatunku bliskiego zagrożenia, ale od roku 2012 trend liczebności populacji określany jest jako malejący (IUCN 2012-1, 2022-2). W większości krajów ma status gatunku zagrożonego, choć w poszczególnych regionach stan populacji jest różnie oceniany. W niektórych obszarach populacje są stabilne, w innych notuje się trend spadkowy, a są i takie, gdzie liczebność gatunku wzrasta (ryc. 6). Generalnie jednak uznawany jest za gatunek rzadki i nieliczny.



Ryc. 6. Zasięg występowania gatunku (na podstawie IUCN 2022-2) oraz trendy populacji mopka zachodniego w poszczególnych krajach Europy. Symbole oznaczają: ↑ wzrost populacji, → populacja stabilna, ↓ spadek populacji, Ex populacja wymarła, ? brak danych o stanie populacji

Fig. 6. Geographic range of the species (according to IUCN 2022-2) and population trends of the Barbastelle bat in European countries. Symbols indicate: ↑ population increase, → stable population, ↓ population decrease, Ex population extinct, ? no data available

Zgodnie ze stanem współczesnej wiedzy mopek w Europie Zachodniej i Północnej należy do najrzadszych nietoperzy. W Europie Północnej najliczniej występuje w Szwecji, gdzie jego liczebność szacuje się na 2000–3000 osobników. Mimo że stwierdza się wzrost populacji tego nietoperza na południu kraju, trend liczebności mopka w Szwecji jest malejący (Ahlén, 2015). W Europie Zachodniej mopek najliczniej notowany jest w Anglii i Francji. W Wielkiej Brytanii w 1995 r. liczebność szacowano na około 5000 osobników: w Anglii ok. 4500 os., 500 os. w Walii (Harris i in., 1995). Znacznie liczniejsza niegdyś populacja ulega zmniejszeniu, mimo iż w ostatnich latach zlokalizowano kilka nowych kolonii



tego gatunku w Anglii i Walii (Harris i in., 1995; Zeale i in., 2012; Law, 2015). We Francji mopek jest również bardzo rzadki w wielu regionach północnej części kraju, w Pikardii i w Ile-de-France, a w szczególności w Alzacji. Nieco liczniejszy jest w centralnej i południowej części kraju. W wielu regionach spotykane są jedynie nieliczne osobniki (1–5 w stanowisku), z wyjątkiem pięciu lokalizacji, w których regularnie zimuje 100–900 osobników (INPM-MNH.N.FR, b.d.). Generalnie populacja we Francji uległa zmniejszeniu (Roué i Schwaab, 2003). W Holandii mopek uważany jest za gatunek wymarły. W latach 90. XX w. obserwowano w zimowiskach tylko jednego osobnika, podczas gdy wcześniej notowano nawet 150 osobników (Limpens i Lina, 2003). Na terenie Belgii mopek występował na obszarze niemal całego kraju. W latach 60. XX w. notowano już znaczny spadek liczebności, a w latach 90. stwierdzano tego nietoperza tylko w dwóch zimowiskach (Fairon i Busch, 2003).

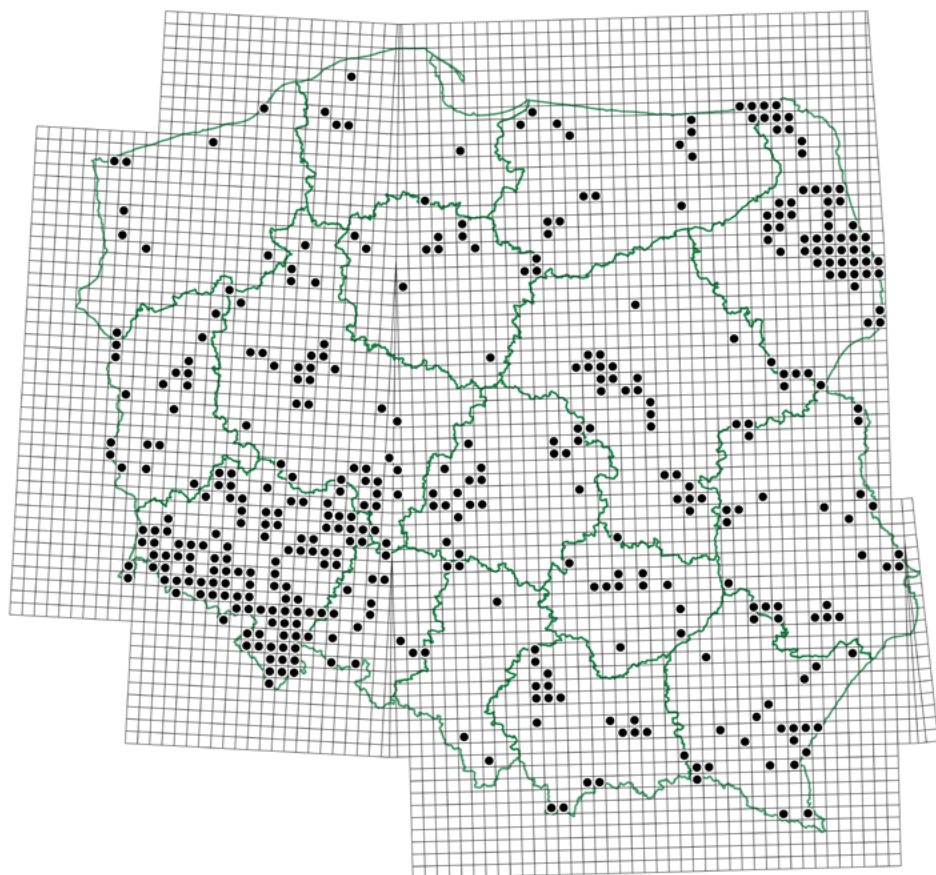
W Południowej Europie, w Hiszpanii i Portugalii mopek występuje lokalnie i jest rzadko notowany (European Nature Information System). Doniesienia z Portugalii wskazują jednak na nieznaczny spadek liczebności gatunku (Barros, 2023). Mopek liczniejszy jest we Włoszech, zwłaszcza w północnej części kraju (Toffoli, 2019; Toffoli i Cucco, 2020). Z kolei w Europie Wschodniej zbadany jest dość słabo. Publikacje z terenu Ukrainy wskazują, że mopek występuje tam rzadko (Kovalyova i Taraborkin, 2003), a na Krymie i w Karpatach obserwuje się spadek liczby zimujących osobników (Kovalyova i Taraborkin, 2003). W skali całego kraju populacja określana jest jednak jako nieliczna, lecz stabilna (Bashta 2012). Wiadomo, że mopek występuje również na terenie Białorusi (liczniej na południu i południowym-zachodzie kraju) i Rosji (Bogdanowicz, 2004; Shpak i in., 2022), ale brak jest wystarczającej liczby danych i trudno wnioskować o zmianach liczebności populacji w tej części zasięgu gatunku. Podobnie w Europie Południowo-Wschodniej (Półwysep Bałkański), gdzie jest bardzo rzadki, a liczba stanowisk, w których go stwierdzano, maleje od Chorwacji w stronę Grecji (Pandurska i Ivanova, 2003).

Dotychczas przeprowadzone badania wskazują, że gatunek jest najliczniejszy w Europie Środkowej. Dotyczy to zwłaszcza takich krajów jak Polska, Czechy i Słowacja. Na części stanowisk obserwuje się wręcz wyraźny wzrost liczebności populacji (np. Gottfried i in., 2020), ale sytuacja w poszczególnych krajach czy regionach Europy Środkowej jest odmienna. Na terenie Niemiec gatunek jest rzadki, liczniej notowany w Bawarii, Turynii, Saksonii i Brandenburgii (Gottwald i in., 2017). Na terenie zachodnich Niemiec, od lat 50. XX w. do czasu odkrycia kolonii rozrodczej w 2004 r., uznany był za wymarły. W kolejnych latach znaleziono więcej miejsc rozrodu mopka w tej części kraju, co świadczy o znacznej luce w wiedzy na temat rzeczywistego rozmieszczenia i liczebności gatunku (Gottwald i in., 2017). Obecnie liczebność populacji na terenie Niemiec wzrasta dzięki ograniczeniu użycia insektycydów (IUCN

2022-2). Na terenie Szwajcarii gatunek liczniejszy jest w zachodniej części kraju, jednak jego populacja wykazuje trend malejący (Sierro, 2003). Na obszarze Węgier mopek uznawany jest za gatunek bardzo rzadki, a trend populacji nie jest znany (Gombkötö, 2003). Podobnie w Chorwacji nietoperz ten jest nieliczny, częściej notowany w części centralnej i wschodniej (Pavlinić i in., 2010). Z kolei w Łotwie do połowy lat 90. XX w. notowany był sporadycznie, a obecnie stan populacji prawdopodobnie się zwiększa, gdyż znajdowane są nowe stanowiska tego gatunku, a w znanych wcześniej schronieniach przybywa osobników (Pētersons i in., 2010). Badania prowadzone na terenie Litwy (Pauza i in., 2003) również wskazują na wzrost populacji mopka. Podobna sytuacja ma miejsce w Czechach i Słowacji (zwłaszcza w zachodniej części kraju), gdzie mopek jest jednym z częściej notowanych nietoperzy (Lehotská i Lehotsky, 2003; Horáček i Uhrin, 2010).

W Polsce od lat 80. XX w. znacznie wzrosła liczba regionów, w których stwierdzono mopka (Ruprecht, 1983; IOP). Wydany w 1984 roku „Klucz do oznaczania ssaków Polski” przedstawiał przebiegającą przez nasz kraj z zachodu na wschód północną granicę zwartego zasięgu tego gatunku (Kowalski i Ruprecht, 1984). Nie jest jasne, czy stwierdzone kilka lat później dość liczne i regularne występowanie mopka w północnej części kraju (Kasprzyk i Fuszara, 1992) nie zostało wcześniej odnotowane ze względu na to, że nie były tam prowadzone badania, czy też gatunek ten w naszych czasach faktycznie powiększył obszar swojego występowania. Ta druga ewentualność wydaje się o tyle prawdopodobna, że mopki są nietoperzami osiadłymi i nie odbywają dalekich wędrówek ze swoich letnich siedzib do zimowisk, a północna część naszego kraju jest niemal zupełnie pozbawiona jaskiń czy np. miejsc wydobywania surowców, po których mogłyby pozostać sztolnie. Być może zatem dopiero antropogeniczne kryjówki zimowe, które najpierw musiały zostać przez ludzi zbudowane (rozwój budownictwa fortyfikacyjnego zaczął się tu od drugiej połowy XIX w.), a następnie porzucone, uczyniły ten region odpowiednim do zasiedlenia dla takich nietoperzy, które – jak mopki – wymagają odpowiednich zimowisk położonych w odległości nieprzekraczającej kilkudziesięciu kilometrów od miejsc rozrodu. Systematyczne badania nietoperzy to kwestia zaledwie kilku ostatnich dekad, istnieją jednak niemieckie dane o występowaniu rozmaitych zwierząt – w tym także nietoperzy – na obszarach Pomorza, Warmii i Mazur, a obecność mopka (gatunku trudnego do pomylenia z jakimkolwiek innym nietoperzem, przynajmniej dla zoologa) nigdy nie została tam odnotowana.

Obecnie nietoperz ten obserwowany jest prawie we wszystkich częściach Polski (ryc. 7), jednak stosunkowo często i licznie występuje we wschodniej, centralnej i południowo-zachodniej części kraju (patrz rozdział 2, ryc. 7, 12, 24). W pozostałych rejonach jest rzadki. Obecnie populację ocenia się jako stabilną



Ryc. 7. Rozmieszczenie mopka zachodniego na terenie Polski. Stanowiska przypisano do kwadratów 10×10 km siatki UTM

Fig. 7. Distribution of the Barbastelle bat in Poland. Locations assigned to 10×10 km squares of the UTM grid

lub nawet o niewielkim trendzie wzrostowym (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Le-siński in., 2005; Gottfried i in., 2015; Gottfried i in., 2020).

Ze względu na skryty tryb życia, tworzenie nielicznych kolonii rozrodczych i zajmowanie w okresie rozrodu trudno dostępnych schronień o liczebności mopka wnioskuje się na podstawie liczenia osobników w zimowiskach. Na podstawie wyników zimowych liczeń nietoperzy w znanych dotychczas i regularnie kontrolowanych hibernakulach populację tego nietoperza szacuje się na minimum 13,9 tys. osobników (tab. 1).

Tabela 1. Lista znanych hibernakulów mopka zachodniego w Polsce, w których przynajmniej raz w latach 2001–2023 stwierdzono zimowanie ponad 50 osobników tego gatunku

Table 1. List of known hibernacula of the Barbastelle bat in Poland, with more than 50 individuals of this species wintering at least once between 2001 and 2023

<https://doi.org/10.17306/978-83-67112-62-8/28-30>

Lp. No.	Stanowisko (kod obszaru Natura 2000) Site (Natura 2000 site code)	Stwierdzona maksymalna liczebność Maximum abundance	Źródło danych Data source	Województwo Province
1	2	3	4	5
1.	Mopkowy tunel koło Krzystkowic (PLH080024)	1870	Wojtaszyn i in., 2013	lubuskie
2.	Konewka i Jeleń – schrony (PLH100003)	1551	Gottfried i in., 2020	łódzkie
3.	Międzyrzecki Rejon Umocniony (poza schronami wolnostojącymi) (PLH080003)	1409	Gottfried i in., 2020	lubuskie
4.	Twierdza Osowiec (PLH200008)	1260	Błachowski G., Lesiński G. – dane niepubl.	podlaskie
5.	Jaskinia Szachownica (PLH240004)	922	Gottfried i in., 2020	śląskie
6.	Twierdza Modlin – Fort XIb Strubiny (PLH140020)	630	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
7.	Gierłoż – schron (PLH280002)	514	Gottfried i in., 2020	warmińsko-mazurskie
8.	Sztolnia Obiegowa w Młotach (PLH020070)	386	Gottfried i in., 2020	dolnośląskie
9.	Forty I i II w Poznaniu (PLH300005)	379	Gottfried i in., 2020	wielkopolskie
10.	Mamerki – schron (PLH280004)	361	Gottfried i in., 2020	warmińsko-mazurskie
11.	Schron przeciwlotniczy koło Gołdapi	282	Augustynowicz P., Błachowski G., Harcińska A. – dane niepubl.	warmińsko-mazurskie
12.	Twierdza Modlin – Prochownie P11 Gen. Zajączka (PLC140001)	275	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie



1	2	3	4	5
13.	Tunel w Szklarach	270	Iwińska i in., 2017	podkarpackie
14.	Przemyśl Fort I Salis Soglio (PLH180008)	263	Iwińska i in., 2017	podkarpackie
15.	Linia Mołotowa schron SM AN XIV (PLH200014)	256	B. Wojtowicz, A. Lisowska – dane niepubl.	podlaskie
16.	Przemyśl Fort VII Prałkowce (PLH180012)	254	Iwińska i in., 2017	podkarpackie
17.	Tunele w Naterkach	216	Pietrzak i Duriasz, 2022	warmińsko-mazurskie
18.	Twierdza Modlin – Fort II Kosewo (PLH140020)	205	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
19.	Schrony wolnostojące – część Międzyrzeckiego Systemu Umocnień (PLH080003)	201	Gottfried i in., 2020	lubuskie
20.	Linia Mołotowa schron 1308_7 (AN2) (PLH200014)	199	Błachowski G. – dane niepubl.	podlaskie
21.	Sztolnia w Skałkach Stoleckich (PLH020012)	195	Gottfried i in., 2020	dolnośląskie
22.	Tunel w Kowarach (PLC020001)	191	Gottfried I., Gottfried T. – dane niepubl.	dolnośląskie
23.	Forty w Nysie (PLH160001)	163	Gottfried i in., 2020	opolskie
24.	Piwniczki ziemne (48 szt.) w Kampinoskim Parku Narodowym (PLC140001)	136	Olszewski A. – dane niepubl.	mazowieckie
25.	Chłodnia w Cieszkowie (PLH020001)	122	Gottfried i in., 2020	dolnośląskie
26.	Sztolnie w Węglówce (PLH180027)	120	SDF	podkarpackie
27.	Klasztor w Lubiążu – piwnice (PLC020002)	118	Gottfried i in., 2020	dolnośląskie
28.	Jaskinie na Wyżynie Krakowskiej (PLH120004, PLH120005)	96	Nowak i Grzywiński, 2022	małopolskie
29.	Kanał w ruinach Huty Józef w Samsonowie	86	Janik i in., 2014	świętokrzyskie
30.	Kanał w Pile Motylewska Rura (PLH300045)	82	Wojtaszyn G., Stanilewicz A., Kryza K., Zbonik M. – dane niepubl.	wielkopolskie
31.	Ujęcie wody w Chachalni (PLH300002)	81	Gottfried I., Gottfried T. – dane niepubl.	wielkopolskie

1	2	3	4	5
32.	Kalisz – dawna rozlewnia wódek	80	Wojtaszyn G., Stephan W., Jaros R, Rutkowski T. – dane niepubl.	wielkopolskie
33.	Twierdza Modlin – Fort V Dębina (PLH140020)	74	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
34.	Przemyśl Fort V Grochowce (PLH180012)	74	lwińska i in., 2017	podkarpackie
35.	Szprotawa Wiechlice – schron	74	Wojtaszyn i in., 2020	lubuskie
36.	Twierdza Modlin – Fort XVIa Czarnewo (PLH140020)	71	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
37.	Przepust w Sławniowicach (PLH160004)	63	Szkudlarek i Paszkiewicz – dane niepubl.	opolskie
38.	Schron w Templewie koło Trzemeszna (PLH080008)	61	Wojtaszyn i in., 2020	wielkopolskie
39.	Twierdza Modlin – Fort XIII Błogosławie (PLH140020)	60	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
40.	Twierdza Modlin – Fort III Pomiechówek (poza N2000)	59	Kowalski M., Fuszara E., Fuszara M., Lesiński G., Łepkowska M., Olszewski A., Jachimkowska E., Wierzbicka A., Gulałowska J. – dane niepubl.	mazowieckie
41.	Piwniczki ziemne w Puszczy Rominckiej (PLH280005)	59	Błachowski G. – dane niepubl.	warmińsko-mazurskie
42.	Linia Mołotowa schron SM MK 8 (PLH200014)	58	Sachanowicz, 2003	podlaskie
43.	Bunkier na Łużowej Górze w Kampinoskim Parku Narodowym (PLC140001)	58	Olszewski i Kram, 2022	mazowieckie

4. STATUS OCHRONNY GATUNKU W POLSCE

Wiele gatunków nietoperzy na całym świecie jest zagrożonych wyginięciem głównie z powodu utraty siedlisk, pożywienia czy schronień, a także zanieczyszczenia środowiska. Mopek zachodni również zaliczany jest do tej grupy. W wielu regionach Europy populacje tego nietoperza zmniejszają się. Biorąc pod uwagę cały zasięg występowania, gatunek ten został uznany za narażony na wyginięcie (IUCN 2022-2). Dlatego zarówno powoływane krajowe akty prawne, jak i zawierane między państwami porozumienia mają na celu zapobieganie wymieraniu m.in. tego gatunku przez ochronę osobników i siedlisk przez nie wykorzystywanych, przeciwdziałanie zagrożeniom wpływającym na gatunki w całych zasięgach ich występowania, promowanie ochrony i edukowanie społeczeństwa. Mopek chroniony jest na mocy prawa międzynarodowego i krajowego.

Prawo międzynarodowe

- **Dyrektywa Siedliskowa** (Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku, w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory) – **Załącznik II** (gatunki roślin i zwierząt ważne dla Wspólnoty, których ochrona wymaga wyznaczenia specjalnych obszarów ochrony) i **Załącznik IV** (gatunki roślin i zwierząt ważne dla Wspólnoty, które wymagają ścisłej ochrony).
- **Konwencja Berneńska** (Konwencja o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk) – **Załącznik II** (gatunki zwierząt, które powinny być ściśle chronione).
- **Konwencja Bońska** (Konwencja o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt) – **Załącznik II** (zwierzęta mające nieodpowiedni stan zachowania, dla których istnieje konieczność zawarcia porozumień międzynarodowych).
- **EUROBATS** (Porozumienie o ochronie populacji europejskich nietoperzy) – **Załącznik I** (gatunki nietoperzy występujące w Europie, do których ma zastosowanie Porozumienie).

Prawo krajowe

- **Ochrona ścisła** – gatunek objęty ścisłą ochroną gatunkową (wymagający ochrony czynnej) na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. 2016, poz. 2183).
- **Ochrona strefowa** – zimowiska, w których w ciągu trzech kolejnych lat choć raz stwierdzono ponad 200 nietoperzy (niezależnie od gatunku): strefa ochrony: pomieszczenia i kryjówki zajmowane przez nietoperze, termin ochrony okresowej: 15.09–15.04, na podstawie Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. 2016, poz. 2183).

Kategoria zagrożenia IUCN

- Czerwona lista IUCN (The World Conservation Union, 2022.2) – **NT** (bliski zagrożenia) w całym zasięgu występowania; **VU** (narażony) ocena dla populacji w Europie
- Czerwona lista kręgowców Polski (Głowaciński, 2022) – **NT** (bliski zagrożenia)
- Czerwona lista dla Karpat (2003) – **VU** (narażony).

Jako że mopek zachodni został uznany za gatunek cenny (znaczący dla zachowania dziedzictwa przyrodniczego Europy) i zagrożony wyginięciem w skali całej Europy, a zarazem mający znaczenie dla ochrony różnorodności przyrodniczej kontynentu europejskiego, umieszczono go również na liście gatunków, dla ochrony których należy tworzyć obszary Natura 2000 (EU – Habitats Directive). Mopek może być chroniony (tj. stanowić przedmiot ochrony) w obszarach Natura 2000 powoływanych na mocy Dyrektywy Siedliskowej, które przyjmują nazwę specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO). W Polsce do 2023 r. powołane zostały 864 specjalne obszary ochrony siedlisk (GDOŚ – Natura 2000), z czego w 93 mopek jest przedmiotem ochrony (tab. 2, ryc. 8). W większości obszarów liczebność populacji przypisano do kategorii C, tzn. wynosi ona 0–2% populacji krajowej (82 obszary). W obszarach Natura 2000 w Polsce populacja jest chroniona przede wszystkim zimą (w 69 obszarach), natomiast w okresie rozrodu gatunek chroniony jest w 52 obszarach (GDOŚ – Natura 2000). Ponadto w pięciu obszarach chroniona jest populacja przelotna.

Ponadto część stanowisk nietoperzy w Polsce, w których występują również mopki, zostało objętych ochroną jako rezerваты. Dotyczy to niektórych zimowisk m.in. Międzyrzeckiego Rejonu Umocnionego, na którego części już w 1980 r. powołano rezerwat pod nazwą „Nietoperek”. W 1998 r. objęto ochroną rezerwatową pozostałą część systemu. W 1978 r. w celu ochrony wapiennego wzgórza



Tabela 2. Specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Siedliskowej w ramach sieci obszarów Natura 2000, w których mopek zachodni jest przedmiotem ochrony (GDOŚ – Natura 2000)

Table 2. Special Areas of Conservation, designated under the Habitats Directive within the Natura 2000 network, where *Barbastella barbastellus* is protected (GDOŚ – Natura 2000)

<https://doi.org/10.17306/978-83-67112-62-8/33-35>

Lp. No.	Nazwa obszaru Name of the area	Kod obszaru Area code	Powierzchnia (ha) Area (ha)	Ocena populacji Population assessment	Typ populacji Population type
1	2	3	5	6	7
1.	Beskid Śląski	PLH240005	26 405	C	w
2.	Bieszczady	PLC180001	111 519	C	c
3.	Bory Niemodlińskie	PLH160005	4 889	C	r
4.	Chłodnia w Cieszkowie	PLH020001	19	C	w
5.	Cytadela Grudziądz	PLH040014	223	C	w
6.	Dębniańskie Mokradła	PLH020002	5 289	C	r
7.	Dolina Biebrzy	PLH200008	121 206	B	r, w
8.	Dolina Czarnej	PLH260015	5 781	C	p
9.	Dolina Dolnej Kwisy	PLH020050	5 886	C	r
10.	Dolina Łachy	PLH020003	959	C	r
11.	Dolina Prądnika	PLH120004	2 156	C	r, w
12.	Dolina Widawy	PLH020036	2 279	C	r
13.	Fort Salis Soglio	PLH180008	47	B	w
14.	Forty Modlińskie	PLH140020	176	B	w
15.	Forty Nyskie	PLH160001	53	C	r, w
16.	Forty w Toruniu	PLH040001	13	C	w
17.	Fortyfikacje w Poznaniu	PLH300005	149	B	w
18.	Gierłoż	PLH280002	57	C	w
19.	Góry Bialskie i Grupa Śnieżnika	PLH020016	19 116	C	r, w
20.	Góry i Pogórze Kaczawskie	PLH020037	35 005	C	r, w
21.	Góry Kamienne	PLH020038	24 099	C	w
22.	Góry Stołowe	PLH020004	10 984	C	r
23.	Góry Złote	PLH020096	7 129	C	r, w
24.	Grądy w Dolinie Odry	PLH020017	8 756	C	p
25.	Horyniec	PLH180017	11 016	C	w
26.	Jeleniewo	PLH200001	5 910	C	p
27.	Kargowskie Zakola Odry	PLH080012	3 070	C	p
28.	Karkonosze	PLC020001	18 661	C	w
29.	Kopalnie w Złotym Stoku	PLH020007	176	C	c, w

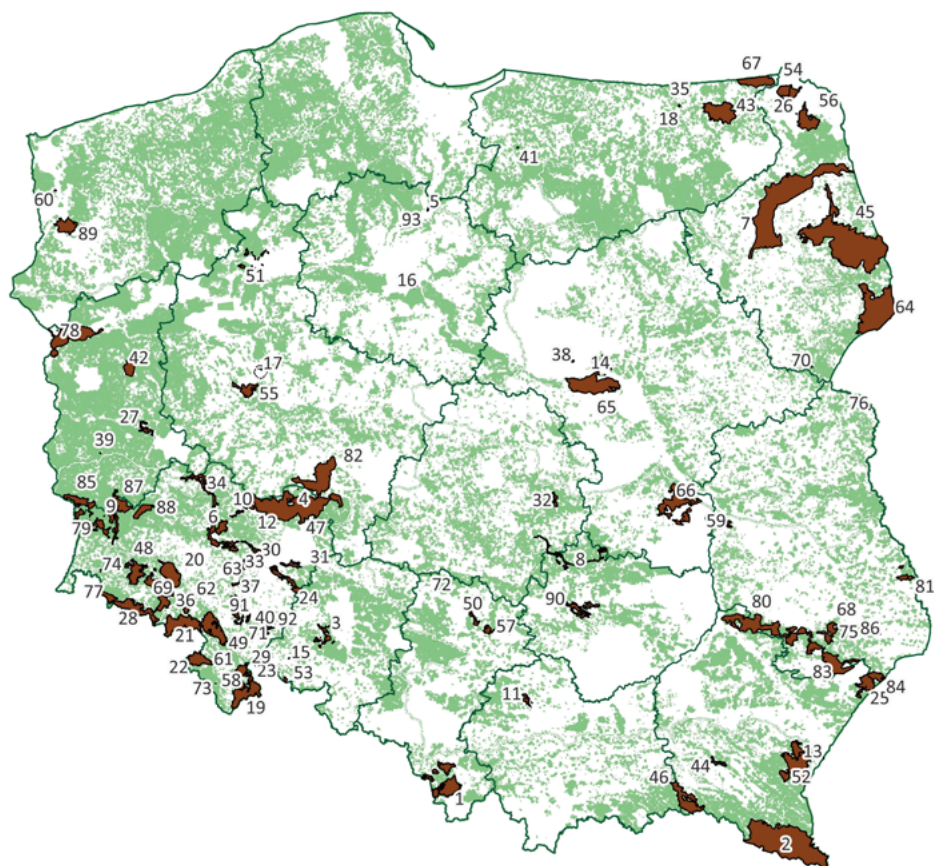
1	2	3	5	6	7
30.	Las Pilczycki	PLH020069	121	C	r
31.	Lasy Grędzińskie	PLH020081	3 088	C	r
32.	Lasy Spalskie	PLH100003	2 049	C	w
33.	Łęgi nad Bystrzycą	PLH020103	2 084	C	r
34.	Łęgi Odrzańskie	PLC020002	21 350	C	r, w
35.	Mamerki	PLH280004	162	B	r, w
36.	Masyw Chełmca	PLH020057	1 419	C	r, w
37.	Masyw Ślęży	PLH020040	5 059	C	w
38.	Mopki w Naruszewie	PLH140056	217	C	r
39.	Mopkowy tunel koło Krzystkowic	PLH080024	48	B	w
40.	Muszkowicki Las Bukowy	PLH020068	206	C	r
41.	Niedźwiedzie Wielkie	PLH280050	89	C	r
42.	Nietoperek	PLH080003	7 377	B	w
43.	Ostoja Borecka	PLH280016	25 340	C	p
44.	Ostoja Czarnorzecka	PLH180027	2 023	B	r, w
45.	Ostoja Knyszyńska	PLH200006	136 084	C	p
46.	Ostoja Magurska	PLH180001	20 105	C	r
47.	Ostoja nad Baryczą	PLH020041	82 026	C	r, w
48.	Ostoja nad Bobrem	PLH020054	13 585	C	r
49.	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	PLH020071	21 127	C	r, w
50.	Ostoja Olsztyńsko-Mirowska	PLH240015	2 211	C	w
51.	Ostoja Pilska	PLH300045	3 272	C	w
52.	Ostoja Przemyska	PLH180012	39 665	C	w
53.	Ostoja Sławniowicko-Burgrabicka	PLH160004	768	C	w
54.	Ostoja Suwalska	PLH200003	6 350	C	p
55.	Ostoja Wielkopolska	PLH300010	8 427	C	r
56.	Ostoja Wigierska	PLH200004	16 072	C	r, w
57.	Ostoja Złotopotocka	PLH240020	2 748	C	w
58.	Pasma Krowiarki	PLH020019	5 423	C	r
59.	Płaskowyż Nałęczowski	PLH060015	1 081	C	w
60.	Police – kanały	PLH320015	112	C	w
61.	Przełom Nysy Kłodzkiej koło Morzyszowa	PLH020043	282	C	r
62.	Przełomy Pełcznicy pod Książem	PLH020020	246	C	w
63.	Przeplatki nad Bystrzycą	PLH020055	844	C	c
64.	Puszcza Białowieska	PLC200004	63 148	C	r, w
65.	Puszcza Kampinoska	PLC140001	37 640	C	p



1	2	3	5	6	7
66.	Puszcza Kozienicka	PLH140035	28 230	C	p
67.	Puszcza Romincka	PLH280005	14 754	C	p
68.	Roztocze Środkowe	PLH060017	8 473	C	p
69.	Rudawy Janowickie	PLH020011	6 635	C	w
70.	Schrony Brzeskiego Rejonu Umocnionego	PLH200014	126	B	w
71.	Skałki Stoleckie	PLH020012	10	C	c, w
72.	Szachownica	PLH240004	13	B	w
73.	Sztolnia w Młotach	PLH020070	12	B	c, w
74.	Sztolnie w Leśnej	PLH020013	30	C	c, w
75.	Sztolnie w Senderkach	PLH060020	79	C	w
76.	Terespol	PLH060053	25	C	w
77.	Torfowiska Gór Izerskich	PLH020047	4 765	C	r
78.	Ujście Warty	PLC080001	33 215	C	w
79.	Uroczyska Borów Dolnośląskich	PLH020072	8 068	C	r
80.	Uroczyska Lasów Janowskich	PLH060031	34 230	C	r
81.	Uroczyska Lasów Strzeleckich	PLH060099	3 599	C	r, w
82.	Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej	PLH300002	34 225	C	w
83.	Uroczyska Puszczy Solskiej	PLH060034	34 671	C	p
84.	Uroczyska Roztocza Wschodniego	PLH060093	5 381	C	r, w
85.	Wilki nad Nysą	PLH080044	12 227	C	p
86.	Wozuczyn	PLH060109	5	C	w
87.	Wrzosowiska Świętoszowsko-Ławszowskie	PLH020063	9 648	C	w
88.	Wrzosowisko Przemkowskie	PLH020015	6 676	C	w
89.	Wzgórza Bukowe	PLH320020	11 987	C	r, w
90.	Wzgórza Chęcińsko-Kieleckie	PLH260041	8 616	C	w
91.	Wzgórza Niemczańskie	PLH020082	3 237	C	r, w
92.	Wzgórza Strzelińskie	PLH020074	3 836	C	r
93.	Zamek Świecie	PLH040025	17	C	w

Ocena populacji (szacowana wielkość): A: 100% $\geq$ p > 15%, B: 15% $\geq$ p > 2%, C: 2% $\geq$ p > 0%. Typ populacji: p – osiadła, r – wydająca potomstwo, c – przelotna, w – zimująca.

Population assessment (estimated size in relation to the populations present within national territory): A: 100% $\geq$ p > 15%, B: 15% $\geq$ p > 2%, C: 2% $\geq$ p > 0%. Population type: p – permanent, r – reproducing, c – concentration, w – wintering.



Ryc. 8. Rozmieszczenie na obszarze Polski obszarów Natura 2000 (kolor brązowy), w których mopek zachodni stanowi przedmiot ochrony (<https://natura2000.eea.europa.eu>) Numeracja obszarów zgodna z numeracją w tabeli 2

Fig. 8. The distribution of Natura 2000 sites (brown colour) where the Barbastelle bat is one of the target species in Poland (<https://natura2000.eea.europa.eu>). Numbers in accordance with Table 2

Krzemienna został utworzony rezerwat „Szachownica”, który jest jednocześnie jednym z najważniejszych zimowisk nietoperzy w Polsce. Oba schronienia należą do największych zimowisk mopka w Polsce (tab. 1). Na terenie rezerwatu „Skałki Stołeczkie” znajduje się jedno z najważniejszych zimowisk mopka na Dolnym Śląsku. Ochroną rezerwatową objęto (2015 r.) także stary browar w Pile, będący zimowiskiem nietoperzy.

5. WYMAGANIA SIEDLISKOWE

5.1. Okres aktywności

5.1.1. Migracje

Mopki migrują do zimowisk (na czas hibernacji), ale również do miejsc godów. Jesienią przemieszczają się, podobnie jak inne gatunki nietoperzy strefy umiarkowanej, ze swoich siedlisk letnich do miejsc zimowania, a wiosną wracają do swoich arealów letnich (Weidner, 2000; Sachanowicz i Ciechanowski, 2005; Rebelo i in., 2010). Niektóre gatunki nietoperzy odbywają dalekie migracje, inne hibernują w tym samym regionie, w którym występują latem (Hutterer, 2005). W związku z tym wyróżniamy krótko- (gatunki przemieszczające się maksymalnie do 100 km), średnio- i długodystansowych migrantów (gatunki latające regularnie ponad 1000 km). Mopek zaliczany jest do migrantów krótkodystansowych, do gatunków osiadłych – jego zimowe kryjówki znajdują się najczęściej w odległości kilku–kilkunastu kilometrów od letnich (Roer, 1995; Steffens i in., 2004; Russo i in., 2020). Sporadycznie notowano w środkowej Europie przeloty mopków na odległość niemal 300 km z Austrii do Węgier, 152 km w Czechach, 145 km w Niemczech, co wskazuje, że gatunek ten może również odbywać średniodystansowe migracje (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Gaisler i in. 2003; Russo i in., 2020). W Polsce najdłuższy zarejestrowany przelot mopka wynosi 150 km (Gottfried I., Hebda G., dane własne).

Czas migracji mopków na zimowiska zależy przede wszystkim od warunków pogodowych i dostępności pokarmu, co z kolei wpływa na termin rozpoczęcia hibernacji. Średnia dobową temperatura powietrza i temperatura minimalna wydają się najmocniej oddziaływać na ekologię ssaków, w tym nietoperzy strefy umiarkowanej, które zapadają w hibernację (Levinsky i in., 2007; Lundy i in., 2010; Ancillotto i in., 2016). Im wcześniej jesienią wystąpią przymrozki, tym szybciej nietoperze rozpoczną hibernację, poprzedzoną migracją. Najczęściej przelot na zimowiska ma miejsce w listopadzie (migracja jesienna), a powrót do siedlisk letnich w marcu (migracja wiosenna) (Russo i in., 2020). Ze względu



Ryc. 9. Ciągi roślinności na otwartych przestrzeniach stanowią korytarze migracyjne – umożliwiają mopkom zachodnim przemieszczanie się (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 9. Vegetation lines in open areas serve as commuting corridors – they allow Barbastells to migrate (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



jednak na ocieplenie klimatu, najmocniej zauważalne na półkuli północnej (Easterling i in., 1997; Chmielewski i Bruns, 2004; Luterbacher i in., 2004) i skracanie zim (Chmielewski i Bruns, 2004; Sparks i Tryjanowski, 2005; Marosz i in., 2011; Ancillotto i in., 2016), prawdopodobne wydaje się, że terminy migracji jesiennej opóźniają się, a wiosennej występują wcześniej. Dotyczy to głównie regionów cieplejszych, w Polsce przede wszystkim zachodniej części kraju (Gottfried i in., 2020).

Z kolei migracja mopek do stanowisk godowych (najczęściej są nimi hibernakula gatunku) najintensywniej przebiega w trzeciej dekadzie sierpnia i trwa do połowy września, choć mopki zaczynają pojawiać się w zimowiskach – wykorzystywanych również jako miejsca godów – już około połowy sierpnia i przylatują do nich do końca października (Ignaczak i in., 2019). Nie zostają jednak w podziemiach, tylko pojawiają się około godziny po zachodzie słońca i odlatują tej samej nocy, przed wschodem słońca (Gottfried, 2009).

Mopek zaliczany jest do gatunków o krótkim zasięgu echolokacji, co powoduje, że unika wylatywania na otwartą przestrzeń. W czasie przemieszczania się – czy to związanego z dyspersją osobników młodych, czy do miejsc zimowania lub godów – lata blisko różnego rodzaju elementów krajobrazu, od których może odbijać się głos echolokacyjny. W ten sposób orientuje się i zapamiętuje trasę przelotu. Korzysta z liniowych elementów środowiska (ryc. 9), m.in. alei, zadrzewień śródpolnych, żywopłotów (Neuweiler, 1990; Hermanns i in., 2003), które łączą poszczególne fragmenty lasów wykorzystywane przez osobniki tego gatunku. Takie liniowe struktury osłaniają również przed niekorzystnymi warunkami pogodowymi oraz chronią przed drapieżnikami (Limpens i Kapteyn, 1991; Lesiński, 2008; Frey-Ehrenbold i in., 2013).

5.1.2. Rozród

Samice mopek osiągają dojrzałość płciową w ciągu pierwszego lub drugiego roku życia (Dolch i Arnold, 1989; Russo i in., 2020), a żyją średnio 5,5–10 lat (Gottfried i Neubauer, 2019; Abel, 1970 za: Barros, 2023). Samica rodzi jedno młode w roku. Termin porodów zależy od pogody. Samice zapadają w letarg, gdy robi się zimno lub pada deszcz i w ten sposób mogą opóźnić poród do około dwóch tygodni (Russo i in., 2020).

U mopka, podobnie jak u większości nietoperzy z rodziny Vespertilionidae, w okresie rozrodu samce i samice przebywają osobno. Samce zazwyczaj żyją pojedynczo, czasem łączą się w niewielkie grupy. Do samic dołączają dopiero pod koniec lata, przed rozpoczęciem godów (Russo i in., 2020). Samice natomiast po opuszczeniu zimowisk tworzą zgrupowania, tzw. kolonie rozrodcze (ryc. 10), w których na świat przychodzą młode (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Russo i in.,



Ryc. 10. Kolonie rozrodcze mopków zachodnich: (a) za płatem odstającej kory martwego świerka, (b) w budce szczelinowej (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 10. Breeding colonies of the Barbastelle: (a) behind a patch of flaking bark of a dead spruce, (b) in a crevice bat box (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



2020). Grupy samic formują się w okresie kwiecień-maj i są stałe zarówno przez cały sezon rozrodczy (Russo i in., 2017), jak i przez całe życie (Ganser, 2013 za: Barros, 2023). Kolonie rozrodcze są nieliczne. Składają się z 5–35 samic, a po porodach grupa powiększa się o młode (Hermanns i in., 2003; Hillen i in., 2011; Russo i in., 2020). Wielkość kolonii zależy głównie od obszerności zajmowanych schronień. W kryjówkach zlokalizowanych w drzewach (ryc. 11) kolonie zazwyczaj są mniej liczne niż w budynkach. W kryjówkach naturalnych (w drzewach) grupy tworzy z reguły 10–20 samic (Weidner, 2000; Hermanns i in., 2003; Russo i in., 2004; Dietz i in., 2009; Hillen i in., 2011). Około połowy czerwca samice rodzą po jednym młodym (Russo i in., 2020), które są karmione mlekiem przez około 6 tygodni, a usamodzielniają się po 8–9 tygodniach (Rydel i Bogdanowicz, 1997; Dietz i in., 2009; Russo i in., 2020). Kolonie rozpraszają się we wrześniu–październiku (Sachanowicz i Ciechanowski, 2005).

Mopek jest gatunkiem związanym z terenami leśnymi – poluje oraz wybiera kryjówki letnie (w tym schronienia kolonii rozrodczych) najczęściej w lasach (Weidner, 2000; Russo i in., 2004; Hillen i in., 2010). Kolonie rozrodcze zajmują na czas rozrodu szczeliny pod odstającymi płatami kory drzew, w spękaniach pni lub ich rozwidleniach (ryc. 11).

Najczęściej lokalizowano schronienia mopków w drzewach o pierśnicy 40 cm lub grubszych – głównie w dębach, bukach i świerkach (Hermanns i in., 2003; Hillen i in., 2010; Russo i in., 2020; Rachwald i in., 2022). Mopki chętnie kryły się w szczelinach w pniach czy w przestrzeniach za odstającymi płatami kory. Najczęściej kryjówki tych nietoperzy były lokalizowane w drzewach martwych, które najprawdopodobniej zapewniają więcej tego typu schronień (Russo i in., 2020). W Europie Środkowej często zajmowały martwe świerki po pojawieniu się korników (Kortmann i in., 2018; Richter i in., 2019; Rachwald i in., 2022). Mopki preferują schronienia w drzewach martwych lub obumierających, bardzo rzadko wykorzystują drzewa żywe (Russo i in., 2010). W lasach bukowych w środkowych Włoszech 20 ze zlokalizowanych schronień osobników tego gatunku znajdowało się w drzewach martwych, osiem w drzewach z konarami obumarłymi w mniej niż 50%, pięć w drzewach z konarami obumarłymi w 50–90%, a tylko jedno w drzewie żywym (Hermanns i in., 2003; Russo i in., 2004). W Polsce podczas badań prowadzonych na Równinie Czeszowskiej (południowo-zachodnia Polska) na siedem zlokalizowanych schronień w drzewach aż sześć znajdowało się w drzewach martwych (świerkach, sosnach, bukach), a jedno w żywym buku. Badania prowadzone w Muszkowickim Lesie Bukowym (południowo-zachodnia Polska) umożliwiły zlokalizowanie 15 schronień kolonii rozrodczych. Wszystkie kryjówki w drzewach znajdowały się w martwych świerkach (Gottfried I. i Gottfried T., dane niepubl.) mimo obecnych również, choć w mniejszej liczbie, martwych buków. W Puszczy Białowieskiej wiele zlokalizowanych schronień mopków również znajdowało się za płatami kory martwych świerków (Rachwald



Ryc. 11. Mopki zachodnie na kryjówki letnie najczęściej wybierają miejsca w zamierających lub martwych drzewach: (a) w szczelinach utworzonych przez rozchodzące się gałęzie, (b) w spękaniach pni, (c) za płatami odstającej kory (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 11. For their summer roosts, Barbastelles most often choose sites in dying or dead trees: (a) in crevices formed in tree forks, (b) in cracks of trunks, (c) behind patches of flaking bark (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



i in., 2022). Kryjówki w drzewach znajdowano najczęściej 10 m nad ziemią lub wyżej (Russo i in., 2004; Hillen i in., 2010; Rachwald i in., 2022). Na terenie Polski kolonie rozrodcze znajdowano również w schronieniach antropogenicznych (Gottfried i in., 2015, 2017; Rachwald i in., 2018, 2022). Rozród gatunku potwierdzono w wielu regionach kraju, lokalizując kryjówki kolonii rozrodczych lub odławiając w okresie rozrodu karmiące samice lub osobniki młode (ryc. 12).



Ryc. 12. Stwierdzenia rozrodu mopka zachodniego na terenie Polski. Mapa opracowana na podstawie danych opublikowanych, danych własnych autorów opracowania oraz informacji udostępnionych przez Grzegorza Lesińskiego, Katarzynę Janik-Superson, Annę Bator-Kocoł i Tomasza Kocoła

Fig. 12. The Barbastelle bat breeding records in Poland. Map compiled from published data, the authors' own data, and information provided by Grzegorz Lesiński, Katarzyna Janik-Superson, Anna Bator-Kocoł and Tomasz Kocoł

Kolonie mopków korzystają także z budek szczelinowych, sztucznych schronień imitujących kryjówki naturalne w drzewach (Greenaway i Hill, 2004). Budki rozwieszone w lasach są szybko lokalizowane przez nietoperze. Kolonie zasiedlają skrzynki już w 1–2 sezonie od ich rozwieszenia (Rachwald i in., 2018).

Znane są również schronienia kolonii mopków w szczelinach skał, w jaskiniach (Sierro, 1999; Sachanowicz i in., 2004) i w budynkach stojących w pobliżu lasów (Rudolph i in., 2003; Theiler, 2003; Weidne i Geiger, 2003; Gottfried i in., 2017). W obiektach antropogenicznych osobniki zajmują nisze imitujące kryjówki naturalne, tzn. wąskie szczeliny – np. miejsca za drewnianymi obiciami budynków, za okiennicami, szczeliny w mostach (ryc. 13).

Stanowiska lokalizowano najczęściej na wysokości 3–3,5 m nad ziemią, a zajmowane szczeliny miały 2–3 cm szerokości (Gottfried i in., 2017). Rzadziej kolonie znajdowano w szczelinach mostów (Rydell i in., 1996; Rydell i Bogdanowicz, 1997; Gottfried i in., 2017). Schronienia w obiektach antropogenicznych nie są zapewne kryjówkami preferowanymi przez mopki, ale mogą pozwalać przetrwać koloniom samic w rejonach lasów gospodarczych z niewielką powierzchnią starodrzewów, w których brakuje odpowiedniej liczby naturalnych kryjówek (Gottfried i in., 2017).

Schronienia wybierane przez mopki charakteryzują się bardzo dużymi wahaniami temperatury zależnymi od warunków pogodowych. Mikroklimat nie jest tu tak stabilny jak w dziuplach wykorzystywanych przez inne gatunki nietoperzy. Ponadto preferowane kryjówki są płytkie i przez to osobniki z kolonii są częściej narażone na ataki drapieżników. Dlatego samice mopków rzadko zapadają w torpor. Utrzymanie stałej temperatury ciała przy niewielkich wydatkach energetycznych jest możliwe w większej grupie osobników. Prawdopodobnie dlatego samice, które przyszły na świat w danej grupie we wcześniejszych latach, ale nie przystępują w danym roku do rozrodu, są obecne w kolonii rozrodczej. Zbiorowa termoregulacja, możliwa dzięki przytulaniu się osobników do siebie, pozwala na obniżenie kosztów utrzymywania wysokiego poziomu metabolizmu i prawidłowy rozwój płodów bez dużych przesunięć terminów porodów, nawet gdy załamanie się pogoda (Chruszcz i Barclay, 2002; Solick i Barclay, 2006; Russo i in., 2017). Utrzymywanie stałej wysokiej temperatury ciała (homeotermia) może też być ratunkiem dla nietoperzy korzystających z ukryć pod luźną korą, narażonych na wypatrzenie przez drapieżniki, gdyż nietoperze mogą szybko reagować (uciekać) w razie zagrożenia (Russo i in., 2017).

Mopek uważany jest za gatunek płochliwy i często zmieniający swoje schronienia. Samice zmieniają stanowiska kolonii rozrodczych w lasach średnio co dwa dni, a nawet codziennie (Kerth i Melber, 2009; Hillen i in., 2010; Russo i in., 2020). W ciągu jednego sezonu kolonia wykorzystuje przynajmniej kilkanaście różnych schronień (Hillen i in., 2010; Gottfried i in. 2016; Russo i in., 2020). Kryjówki zmieniane są rzadziej w późnym okresie laktacji, gdy młode jeszcze



Ryc. 13. Kolonie rozrodcze mopków zachodnich w obiektach antropogenicznych: (a) w szczelinie mostu, (b) za drewnianymi obiciami budynku (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 13. Breeding colonies of the Barbastelle in anthropogenic structures: (a) in a gap under a bridge, (b) behind the wooden cladding of a building (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)

nie lata, a jest już za ciężkie, aby samica mogła je przenieść (Russo i in., 2005). Częsta zmiana schronień ma na celu zapamiętanie i utrzymanie sieci dostępnych kryjówek w areale oraz zmniejszenie obciążenia pasożytami (Russo i in., 2020). Odległości między schronieniami wykorzystywanymi w sezonie rozrodczym

wahają się od kilku metrów (sąsiednie drzewo) do maksymalnie 2000 m (Russo i in., 2005; Hillen i in., 2010). Mimo że preferowane przez gatunek ukrycia w drzewach należy zaliczyć do krótkotrwałych, to samice mopka powracają do znanych, sprawdzonych kryjówek z roku na rok, jeśli te przetrwają okres zimy (Russo i in., 2004; Hillen i in., 2009; Barros, 2023). Schronienia pochodzenia antropogenicznego są trwalsze, co stwarza możliwość wieloletniego ich wykorzystywania (Gottfried i in., 2017). Tego typu kryjówki są też rzadziej zmieniane niż schronienia w drzewach, średnio co 7–8 dni (Kühnert i in., 2016; Russo i in., 2020).

5.1.3. Gody

Gody mopków, podobnie jak większości gatunków nietoperzy strefy klimatu umiarkowanego, ograniczone są do jednego krótkiego okresu w ciągu roku i odbywają się na przełomie sierpnia i września (Gottfried, 2009; Ignaczak i in., 2019; Russo i in., 2020). Gody mopków trwają około 2–3 tygodni (Gottfried, 2009; Ignaczak i in., 2019), dlatego tylko często prowadzone kontrole, w odstępach nie dłuższych niż 7–10 dni, pozwolą stwierdzić obecność mopków w schronieniach podziemnych i obserwować ich zachowania godowe, m.in. latanie za sobą, kopulacje (ryc. 14) czy usłyszeć głosy godowe (Gottfried, 2009; Middleton i in., 2014) (ryc. 15). U niektórych gatunków, np. gacka brunatnego *Plecotus auritus* zaobserwowano, że część osobników przystępuje do godów również na wiosnę (Furmankiewicz i in., 2013). U mopka nie obserwowano zachowań godowych wiosną.

Nietoperze w porze godów licznie przylatują do podziemnych obiektów, a zachowanie to zwane jest rojeniem (*swarming*). W czasie godów mopki przylatują do podziemi około godziny po zachodzie słońca i opuszczają te obiekty około godziny przed wschodem słońca. Ponieważ tylko sporadycznie w miejscach rojenia obserwuje się kopulacje osobników (Gottfried, 2009), można przypuszczać, że celem rojenia jest znalezienie i wybór partnera, po czym para odlatuje razem i prawdopodobnie przebywa ze sobą kilka dni. Mogą na to wskazywać obserwacje par mopków (samiec i samica) znajdowanych w budkach dla nietoperzy w okresie godów w Austrii (Ganser, 2013 za: Russo i in., 2020). Mopki odbywają gody w różnego rodzaju podziemiach, zazwyczaj takich, które mają wysokie korytarze i hale. Mogą to być sztolnie, fortyfikacje, bunkry czy jaskinie. Taka struktura schronień umożliwia loty tokowe, które prawdopodobnie pełnią ważną rolę w rytuale godowym nietoperzy. Podziemne obiekty odwiedza znacznie więcej osobników w okresie godów niż w celu zimowania (Parsons i in., 2003; Veith i in., 2004; Ignaczak i in., 2019). Przykładowo badania prowadzone w południowo-zachodniej Polsce przy chłodni w Cieszkowie pokazują, że liczba

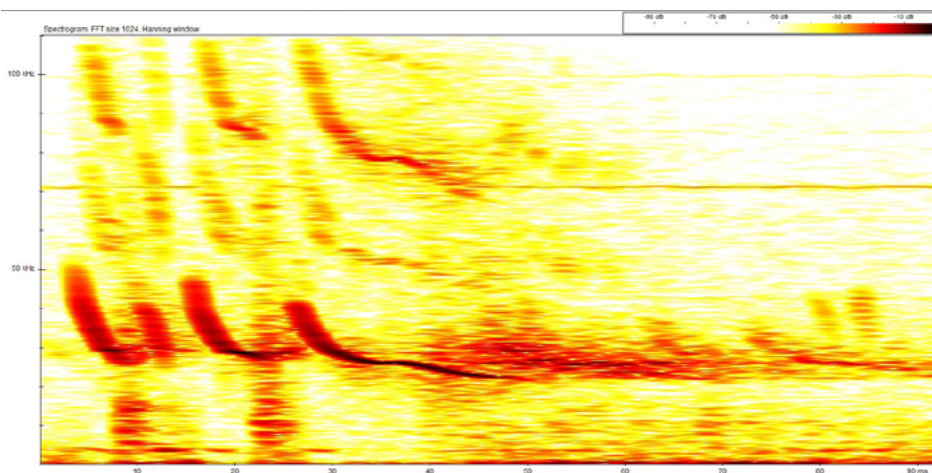


Ryc. 14. Latanie osobników za sobą ((a) fot. Dawid Błaszczyk) i kopulacje ((b) fot. Iwona Gottfried) to zachowania godowe, które można obserwować w podziemiach w czasie godów mopków zachodnich

Fig. 14. The following of one individual by another ((a) photo by Dawid Błaszczyk) and copulation ((b) photo by Iwona Gottfried) are behaviours that can be seen during the mating season of the Barbastelle

mopków stwierdzanych przy zimowisku jest w czasie godów przynajmniej sześć razy większa niż maksymalna liczba osobników obserwowanych na tym stanowisku zimą (Gottfried, 2009; Gottfried I. i Gottfried T., dane niepubl.).

W podziemiach wykorzystywanych jako miejsce rojenia w okresie godów można usłyszeć sygnały socjalne (godowe) nietoperzy (Middleton i in., 2014). Sygnały te, podobnie jak sprawność fizyczna, którą nietoperze prawdopodobnie oceniają w czasie latania za sobą, stanowią wyznacznik jakości osobnika i decydują o wyborze partnera (Parsons i in., 2003; Veith i in., 2004; Gottfried, 2009). We Francji głosy socjalne mopków w okresie godów rejestrowano również przy alejach, co wskazuje, że gody tego gatunku nietoperza mogą odbywać się również przy tego typu strukturach (Barataud, 2005). Aleje często są wykorzystywane przez mopki jako korytarze migracyjne. Prawdopodobne wydaje się, że część osobników może czekać na potencjalnego partnera w kluczowych w danym regionie korytarzach migracyjnych.



Ryc. 15. Przykładowy sygnał socjalny mopków zachodnich zarejestrowany na stanowisku godowym w południowo-zachodniej Polsce

Fig. 15. An example of the Barbastelle social call recorded at a mating site in south-western Poland

Nietoperze odwiedzają w porze godów kilka schronień, co zwiększa ich szanse na spotkanie odpowiednich partnerów (Rivers i in., 2005). Mopki znają wiele obiektów nadających się na zimowiska i prawdopodobnie również na gody. Znane zimowiska, a zarazem stanowiska godowe są więc miejscami kontaktu między osobnikami żyjącymi na co dzień w dużym rozproszeniu. Spotkania osobników w czasie godów prawdopodobnie umożliwiają efektywny przepływ genów w obrębie populacji podzielonej na skrajnie filopatryczne (osiadłe) kolonie letnie. Wskazują na to badania genetyczne przeprowadzone na innych gatunkach mroczkowatych (Kerth i in., 2003; Rivers i in., 2005). Wyniki telemetrii prowadzonej na mopkach przy chłodni w Cieszkowie (południowo-zachodnia Polska) dowodzą, że przelot ponad 30 km w ciągu nocy nie stanowi dla nich problemu. Długie dystanse, jakie pokonywały samce w ciągu jednej nocy, by przylecieć na gody, i związane z tym wysokie koszty energetyczne potrzebne na pokonanie tej odległości świadczą o tym, że odwiedziny podziemi w okresie godów są dla mopków niezmiernie ważne (Gottfried, 2008).

W czasie godów podczas kopulacji samiec przekazuje spermę, którą samica przetrzymuje w drogach rodnych do wiosny, podobnie jak dzieje się u większości gatunków nietoperzy strefy umiarkowanej (nie ma dokładnych badań dotyczących mopka zachodniego) (Russo i in., 2020). Wiosną, gdy wraz z ciepłą aurą pojawiają się owady, samice zaczynają się regularnie odżywiać. Wtedy dochodzi do rozpuszczenia czopu spermy, zapłodnienia i zaczyna się ciąża, która trwa



6–8 tygodni (Dietz i in., 2009; Russo i in., 2020). Młode przychodzą na świat między połową czerwca a początkiem lipca (Rakhmatulina, 1988; Russo i in., 2004; Dietz i Kalko, 2006).

5.1.4. Żerowiska

Mopek jest nietoperzem bardzo silnie związanym z lasami (Russo i in., 2010, 2020; Toffoli i Cucco, 2020) i jeżeli znajduje optymalne dla siebie warunki, to w tych samych fragmentach lasu może zarówno znajdować schronienia, jak i miejsca żerowania (Sierro i Arlettaz, 1997; Hillen i in., 2011; Zeale i in., 2012). Najlepsze warunki bytowania zapewniają mopkom stare lasy liściaste lub mieszane o charakterze naturalnym (ryc. 16) (Sierro, 1999; Russo i in., 2004; Carr i in., 2018).

W porównaniu z innymi nietoperzami zamieszkującymi środkową część Europy mopek jest gatunkiem o bardzo mało zróżnicowanym jadłospisie – jego



Ryc. 16. Najlepsze warunki do żerowania mopki zachodnie znajdują w starych drzewostanach liściastych lub mieszanych o zróżnicowanej strukturze przestrzennej (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 16. Barbastelles find the best foraging conditions in old-growth deciduous or mixed forest with a diverse spatial structure (photo: Andrzej Węgiel)



Ryc. 17. Mopki zachodnie żerują we wnętrzu drzewostanu, gdy znajdują wystarczająco dużo otwartej przestrzeni pod koronami drzew (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 17. Barbastelles forage inside forest stands if there is a relatively open space under the canopy (photo: Andrzej Węgiel)



ofiarami są przede wszystkim motyle nocne (Lepidoptera), których udział w diecie przekracza 90% (Rydell i in., 1996; Sierro, 2003; Andreas i in., 2012; Carr i in., 2020). Wysoka specjalizacja w polowaniu na ćmy stała się możliwa dzięki stosowaniu przez mopki unikatowego systemu omijającego zabezpieczenia stosowane przez te owady (patrz rozdział 2.2) (Goerlitz i in., 2010). Mopki są oportunistami – polują na ćmy, które w danym okresie występują najczęściej, niezależnie od gatunku – ważniejsza dla nich jest całkowita biomasa owadów niż różnorodność pożywienia (Ancillotto i in., 2015).

Wąska specjalizacja pokarmowa tego nietoperza jest zapewne przyczyną znacznej plastyczności w wyborze miejsc żerowania. Badania przeprowadzone z wykorzystaniem nadajników radiotelemetrycznych skłaniają niektórych autorów do uznawania mopka za specjalistę „polowania na granicach siedlisk” (Hillen i in., 2011). Ze środowisk, których gatunek ten unika podczas polowania, właściwie można wskazać jedynie otwarty teren, w tym wysoko nad powierzchnią pokrywy roślinnej oraz wewnątrz zwartych koron drzew czy krzewów. W starszych drzewostanach z dobrze wykształconą warstwą koron oraz stosunkowo dużą otwartą przestrzenią poniżej mopki żerują pod koronami drzew (ryc. 17) (Greenaway, 2005; Russo i in., 2007, 2020). Zapewnia im to ochronę przed ptakami drapieżnymi i pozwala każdej nocy wydłużyć okres aktywności nawet o dwie godziny (Russo i in., 2007), co jest szczególnie istotne latem, w okresie wychowywania młodych, kiedy noce są najkrótsze (Jones i Rydell, 1994; Greenaway, 2005).

Mopki żerują również na skrajach lasów (ryc. 18), gdzie zagęszczenia latających owadów są zwykle znacznie wyższe niż na otwartej przestrzeni (Greenaway, 2005). Polują także na swego rodzaju „wewnętrznych skrajach”, jakie stanowią drogi leśne czy krawędzie polan (ryc. 19) (Denzinger i in., 2001; Hillen i in., 2011; Russo i in., 2020). Dogodne warunki do żerowania zapewniają temu nietoperzowi także luki w drzewostanie powstające w wyniku różnych zjawisk o charakterze klęskowym, takich jak huragany czy żery owadów (Kortmann i in., 2018; Rachwald i in., 2022). Porównanie z innymi gatunkami związanymi ze środowiskiem leśnym wskazuje, że tego rodzaju luki w drzewostanie są dla mopków bardzo ważne (Hillen i in., 2011). Inny rodzaj „poziomego” skraju lasu stanowią dla mopka szczyty drzew, gdzie gatunek ten chętnie poluje na niewielkiej (2–4 m) wysokości ponad warstwą koron. Sposób ten stosowany jest zwłaszcza w gęstych drzewostanach (młodsze fazy rozwojowe lub silnie wykształcony podszyt), gdzie latanie we wnętrzu lasu jest bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe (ryc. 20) (Sierro i Arlettaz, 1997; Sierro 1999, 2003). Także żywopłoty – zwłaszcza te od dawna pozostawione bez ludzkich zabiegów pielęgnacyjnych – podobnie jak roślinność porastająca brzegi wód stojących i cieków (ryc. 21) stanowią chętnie wykorzystywane żerowiska (Rydell i in., 1996; Hillen i in., 2011; Zeale i in., 2012, Carr i in., 2020). Polujące mopki obserwowano również ponad roślinnością na niekoszonych i nienawożonych łąkach (Greenaway, 2005; Zeale i in.,



Ryc. 18. Niewielkie otwarte przestrzenie pośród lasów tworzą dodatkowe miejsca żerowania dla mopek zachodnich na obrzeżach drzewostanu (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 18. Edges of small forest clearings create additional foraging areas for *Barbastelles* (photo: Grzegorz Gaczyński)

2012), a nawet nisko nad wodą (podobnie jak to ma miejsce w przypadku mopek rudych *Myotis daubentonii*) (Hillen i in., 2011). W szczególnych sytuacjach, w miejscach o ograniczonej dostępności lasów mopeki mogą żerować także na obszarach bezdrzewnych lub prawie bezdrzewnych. Na zboczach Alp w Szwajcarii mopeki żerowały w lasach i zaroślach kserotermicznych (Sierro i Arlettaz, 1997). We Włoszech polowały przy całkowicie odkrytych skałach (Ancillotto i in., 2015) oraz skalistych klifach na wyspie Capri (Ancillotto i in., 2014).

Wszystko to wskazuje, że najlepsze warunki zapewniają mopkom lasy o zróżnicowanej strukturze przestrzennej (pionowej i poziomej), gdzie współwystępują drzewa w różnych fazach rozwojowych. W takich drzewostanach obok sędziwych okazów oraz drzew zamierających i martwych występują płaty odnowienia naturalnego (w lukach po obumarłych drzewach) oraz drzewa we wszystkich fazach rozwojowych (Russo i in., 2010, 2016; Gottwald i in., 2017). Zróżnicowana wysokość drzew powoduje, że drzewostan taki nie tworzy wyraźnej warstwy koron, lecz mozaikę mikrośrodków, gdzie obok fragmentów silnie zagęszczonych występują luźne przestrzenie. Zapewnia to nietoperzom



Ryc. 19. Drogi leśne stanowią ważne szlaki komunikacyjne oraz miejsca żerowania dla mopków zachodnich (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 19. Forest roads are important commuting paths and foraging areas for the Barbastelle (photo: Andrzej Węgiel)

jednocześnie miejsca do dogodnego żerowania wewnątrz drzewostanu (Rydell i in., 1996; Sierro i Arlettaz, 1997), osłonę przed drapieżnikami (Jones i Rydell, 1994; Russo i in. 2007) oraz obecność pokarmu (Andreas i in., 2012; Müller i in., 2012). Dodatkowo zróżnicowane warunki mikroklimatyczne panujące we wnętrzu takiego lasu oraz duży udział drzew i krzewów liściastych (na których zwykle żerują gąsienice motyli nocnych) w warstwie podszytu sprzyjają obfitości bazy żerowej (Müller i in., 2012; Zeale i in., 2012; Barataud, 2005; Carr i in., 2020). Chociaż optymalne warunki do żerowania gatunek ten znajduje w starych drzewostanach liściastych i mieszanych (Russo i in., 2004; Hillen i in., 2011; Zeale i in., 2012; Toffoli i Cucco 2020), to żeruje także w drzewostanach iglastych (Sierro, 1999). Zwykle są to jednak lasy na żyzniejszych glebach, z obecnością stojących martwych drzew (Kortmann i in., 2018; Rachwald i in., 2022), natomiast ubogie monokultury sosnowe i świerkowe są przez mopki wyraźnie omijane (Sierro, 2003). Duże zdolności adaptacyjne w wyborze miejsc żerowania



Ryc. 20. Mopki zachodnie do żerowania mogą wykorzystywać przestrzeń otwartą bezpośrednio nad koronami drzew (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 20. Barbastelles can use the open space directly above treetops for foraging (photo: Grzegorz Gaczyński)

nietoperz ten zawdzięcza między innymi zróżnicowaniu stosowanych sygnałów echolokacyjnych (Denzinger i in., 2001; Barataud, 2005) oraz wykorzystaniu różnych strategii żerowania, w zależności od wieku drzewostanu, układu warstw oraz zagęszczenia drzew i krzewów na poszczególnych wysokościach.

Podobnie jak w przypadku innych gatunków nietoperzy, u mopka daje się zauważyć pewnego rodzaju segregację płci na żerowiskach. Śledzone z wykorzystaniem nadajników radiotelemetrycznych samice polowały najchętniej na drogach leśnych (zwłaszcza w lasach liściastych), zaś samce były bardziej skłonne wykorzystywać skraje lasów i żerowiska na terenach położonych poza lasem (Hillen i in., 2011).

Niezmierznie istotną kwestią jest obecność obfitych żerowisk w bezpośrednim sąsiedztwie kolonii rozrodczych. Wynika to między innymi z tego, że mopki mają zwyczaj wylatywania z dziennych schronień dość wcześnie, jeszcze przed zapadnięciem ciemności – i początkowo, zanim zrobi się zupełnie ciemno – zaspokajają pierwszy głód w tym płacie lasu, gdzie znajduje się kryjówka. Natomiast w okresie rozrodu samice mogą w ogóle ograniczać żerowanie do najbliższych położonych terenów (Hillen i in., 2011). Druga, jeszcze ważniejsza przyczyna



Ryc. 21. Tereny podmokłe, oczka wodne i ciek w środowisku leśnym stanowią miejsca koncentracji owadów i mogą być cennym żerowiskiem mopków zachodnich (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 21. Wetlands, ponds and watercourses in forest habitats are places of concentration of insects and can be valuable foraging areas for the Barbastelle (photo: Grzegorz Gaczyński)

związana jest ze sposobem uzyskiwania samodzielności przez młode. Kilkutygodniowe mopki stopniowo doskonalą swoją zdolność do lotu, ale jeszcze przez mniej więcej trzy tygodnie po tym, jak są już w stanie sprawnie latać, nie potrafią podążać za swoimi matkami na wykorzystywane przez nie bardziej odległe żerowiska. Wieczorem opuszczają kryjówkę razem z dorosłymi osobnikami, ale pozostają w pobliżu i tam też zaczynają polować – w tym okresie samice stopniowo przestają karmić swoje potomstwo mlekiem. Bardzo ważne jest zatem istnienie blisko położonych żerowisk, zapewniających młodym możliwie bezpieczne warunki polowania. Z uwagi na doskonałą umiejętność latania są one bowiem w tym okresie narażone na ataki drapieżników bardziej od dorosłych nietoperzy. Ze względu na to, że młode mopki przychodzą na świat na przestrzeni kilku tygodni, usamodzielniające się osobniki mogą z takich miejsc korzystać przez mniej więcej dwa miesiące. Przykładami tego rodzaju żerowisk mogą być m.in. niewielkie śródleśne zbiorniki i ciek o obficie zakrzewionych brzegach (Greenaway i Hill, 2004).

5.2. Okres zimowy

Aktywność nietoperzy strefy klimatu umiarkowanego zależy od temperatury powietrza, która wpływa na dostępność owadów. Gdy zaczyna brakować pokarmu, mopki podobnie jak inne nietoperze udają się do odpowiednich zimowisk i zapadają w hibernację. Obniżając temperaturę ciała do kilku stopni, tak bardzo spowalniają tempo metabolizmu, że mogą przetrwać kilka miesięcy bez jedzenia, bazując tylko na tłuszczu zgromadzonym jesienią pod skórą. Im szybciej wystąpią przymrozki, tym szybciej nietoperze rozpoczynają zimowanie. W przypadku mopków najczęściej ma to miejsce w listopadzie, a powrót do siedlisk letnich odbywa się w marcu (Russo i in., 2020). Mopek jest jednym z najkrócej hibernujących (90–140 dni) gatunków nietoperzy w Polsce (Lesiński, 1986; Urbańczyk, 1991; Sachanowicz i Ciechanowski, 2005). Maksymalną liczebność tego gatunku w zimowiskach notuje się najczęściej w styczniu. W marcu mopków prawie się już nie obserwuje w podziemnych schronieniach (Fuszara i in. 2003). Z powodu ocieplenia klimatu i skracania się zim (Chmielewski i Bruns 2004, Marosz i in. 2011, Ancillotto i in., 2016) prawdopodobnie następuje dalsze skracanie okresu hibernacji. Zwłaszcza opóźnia się termin rozpoczęcia hibernacji. W Polsce dotyczy to głównie regionów cieplejszych, przede wszystkim zachodniej części kraju (Gottfried i in., 2020).

Mopek należy do nietoperzy zimnolubnych (psychrofilnych), ponieważ do hibernacji potrzebuje obiektów, w których utrzymuje się temperatura 0–5°C (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Russo i in., 2020). Toleruje kilkudniowe spadki temperatury do –9°C, zamarzając dopiero przy –16°C (Weidner, 2000; Sachanowicz i Ciechanowski, 2005). Nie przeszkadzają mu niska wilgotność i przeciągi. Takie warunki są zbyt surowe dla większości naszych krajowych gatunków nietoperzy. Zdarza się, że osobniki tego gatunku wykorzystują szczeliny, nisze lub inne niewielkie otwory blisko wejść do zimowisk. Znajdowano je również zimujące w rozkładających się pniach drzew i w dziuplach (Sachanowicz i Ciechanowski, 2005; Russo i in., 2020). Mopki zimują pojedynczo lub w grupach liczących nawet do kilkuset osobników. Zazwyczaj są to jednogatunkowe skupiska (ryc. 22), ale spotyka się również mopki hibernujące z osobnikami innych gatunków, takich jak np. gacek brunatny, karlik malutki, nocek Natterera i nocek rudy (Russo i in., 2020; Gottfried I. i Gottfried T., dane niepubl.). Z obserwacji wynika, że pod względem wilgotności powietrza w zimowisku mopek jest bardzo plastyczny, bowiem w niektórych obiektach skupiających wiele osobników tego gatunku panuje duża wilgotność względna (> 80%), inne podziemia są z kolei suche (wilgotności względna <60%) (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Sachanowicz i Ciechanowski, 2005; Russo i in., 2020). W czasie hibernacji osobniki tracą do 37% swojej masy ciała (Rydell i Bogdanowicz, 1997).



Ryc. 22. Grupa (klaster) mopków zachodnich zimujących w starych zbiornikach na wodę koło Chachalni ((a) fot. Krzysztof Gottfried) oraz w Tunelu w Krzystkowicach ((b) fot. Wojciech Stephan)

Fig. 22. Clusters of *Barbastelles* wintering in old water tanks near Chachalnia ((a) photo: Krzysztof Gottfried) and in the Tunnel in Krzystkowice ((b) photo: Wojciech Stephan)

Mopek zimuje głównie w różnego rodzaju obiektach podziemnych (tab. 1). W Polsce są to przede wszystkim fortyfikacje, schrony, kanały burzowe i zrzutowe, tunele kolejowe, piwnice, nieczynne zbiorniki na wodę (ryc. 23), a w górach





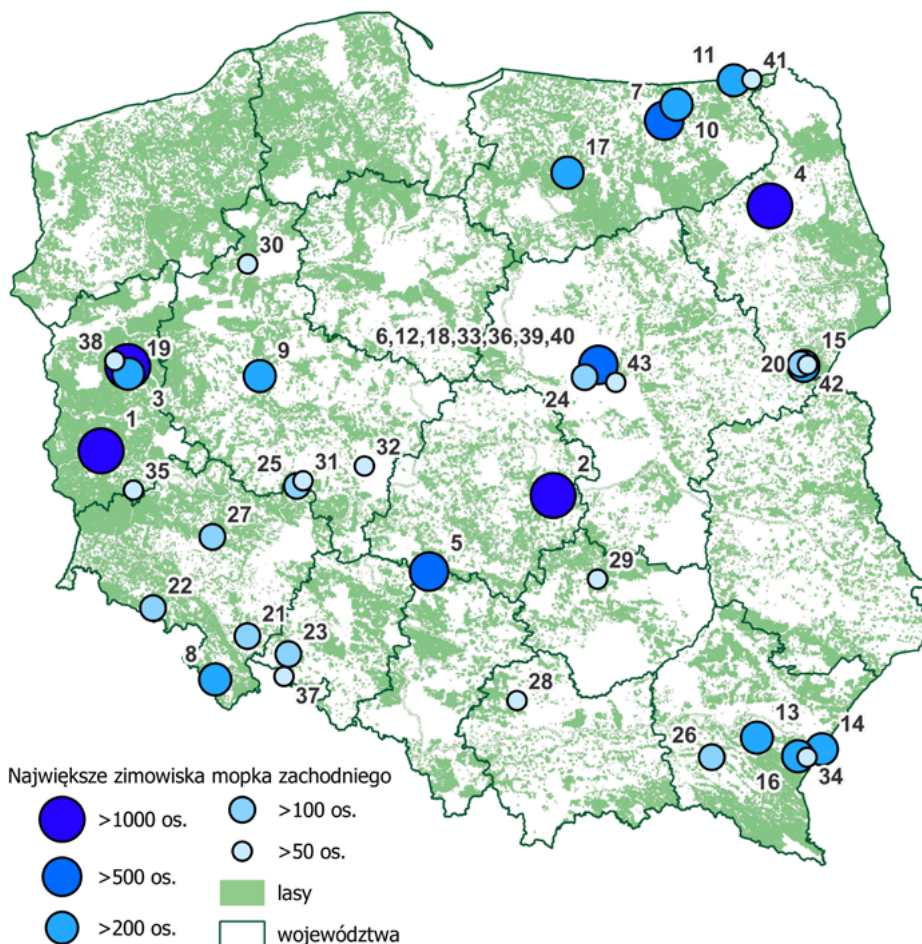
Ryc. 23. Obiekty najczęściej wykorzystywane jako zimowiska przez mopki zachodnie: a) forty (Osowiec; fot. Grzegorz Błachowski), b) schrony (Międzyrzecki Rejon Umocniony; fot. Iwona i Tomasz Gottfried), c) jaskinie (Szachownica; fot. Maurycy Ignaczak), d) sztolnie (Skałki Stoleckie; fot. Iwona i Tomasz Gottfried), e) tunele (Kowary; fot. Iwona i Tomasz Gottfried), f) piwnice wolnostojące (Puszcza Romincka; fot. Grzegorz Błachowski)

Fig. 23. Structures most often used as winter roosts by Barbastelles: a) forts (Osowiec; photo: Grzegorz Błachowski), b) combat bunker (Międzyrzecki Rejon Umocniony; photo: Iwona and Tomasz Gottfried), c) caves (Szachownica; photo: Maurycy Ignaczak), d) adits (Skałki Stoleckie; photo: Iwona and Tomasz Gottfried), e) tunnels (Kowary; photo: Iwona and Tomasz Gottfried), f) root cellars (Puszcza Romincka; photo: Grzegorz Błachowski)

i na wyżynach jaskinie oraz sztolnie (Kowalski, 1955; Rydell i Bogdanowicz, 1997; Fuszara i in., 2003; Wojtaszyn i in., 2013). Znacznie rzadziej stwierdzano zimujące osobniki w mostach, przepustach drogowych, studniach, naziemnych częściach budynków, skrzynkach dla nietoperzy lub drzewach (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Russo i in., 2020). Mopki są przywiązane do swoich zimowisk. Nawet 85–90% dorosłych osobników powraca do tych samych schronień z roku na rok (Lesiński, 1986; Rydell i Bogdanowicz, 1997; Gaisler i Chytil, 2002), a wiedzę o odpowiednich do hibernacji obiektach przekazują sobie z pokolenia na pokolenie (Parsons i in., 2003; Veith i in., 2004; Gottfried, 2009). Zimowiska wykorzystywane przez dużą liczbę osobników charakteryzują się znaczną kubaturą. Są to obiekty wykonane głównie z betonu, rzadziej z cegieł czy kamienia (Fuszara i in., 2003). W związku z postępującym ociepleniem klimatu, skutkującym coraz cieplejszymi zimami, mopek wycofuje się z dotychczasowych zimowisk zwłaszcza w zachodniej Polsce (Gottfried i in., 2020). Przenosi się do chłodniejszych i słabiej izolowanych obiektów, takich jak nieczynne tunele kolejowe (np. w Kowarach) czy schrony wolnostojące (np. w Międzyrzeckim Rejonie Umocnionym) (Gottfried i in., 2020). Na niżu bardzo chętnie korzysta z wolnostojących przydomowych piwnic, zwłaszcza znajdujących się w pobliżu terenów leśnych (Olszewski, 2022; Stachyra i in., 2022).

Obecnie w Polsce znanych jest kilkadziesiąt dużych zimowisk mopków, w których regularnie zimuje ponad 100 osobników (Gottfried i in., 2020). Jednak tylko w siedmiu obiektach odnotowano co najmniej raz ponad 500 mopków, z czego największą liczbę osobników zarejestrowano w Tunelu w Krzystkowicach (tab. 1). W części stanowisk liczebność w ostatnich latach drastycznie spadła, jak na przykład w fortach w Nysie, Chłodni w Cieszkowie czy nawet w głównym systemie Międzyrzeckiego Rejonu Umocnionego (Gottfried i in., 2020). Jest to związane z coraz cieplejszymi zimami, co powoduje, że podziemia o dużej powierzchni – dobrze izolowane od warunków zewnętrznych – nie wychładzają się odpowiednio i gatunki zimnolubne szukają innych schronień. Rozmieszczenie ważnych stanowisk zimowych jest nierównomierne (ryc. 24). W niektórych regionach możliwe jest znalezienie kolejnych obiektów wykorzystywanych w czasie hibernacji, np. w Małopolsce czy na Lubelszczyźnie. Na tych obszarach występują duże kompleksy leśne wykorzystywane przez mopki jako siedliska letnie, a gatunek jest migrantem krótkodystansowym (odległość między kryjówkami letnimi a zimowiskami rzadko przekracza 40 km).

Na podstawie wieloletniego monitoringu zimujących nietoperzy możemy wnioskować o liczebności niektórych gatunków. Należy jednak pamiętać o tym, że możemy nie wiedzieć o istnieniu części zimowisk, a mniejsze obiekty nie są kontrolowane regularnie. Tym samym nie wiemy, jak dużej grupy mopków nie uwzględniamy w czasie corocznych liczeń. Przykładowo w 48 małych piwniczkach na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego zimowało 136 mopków



Ryc. 24. Rozmieszczenie największych zimowisk mopka zachodniego w Polsce, w których w latach 2001–2023 stwierdzono przynajmniej raz ponad 50 zimujących osobników. Numeracja zgodna z podaną w tabeli 1

Fig. 24. Distribution of the largest wintering sites of the Barbastelle in Poland with more than 50 hibernating individuals recorded at least once between 2001 and 2023. Numbers in accordance with Table 1

(Olszewski A., dane niepubl.). Tego typu obiekty nie są regularnie kontrolowane w czasie zimowych liczeń w różnych regionach kraju, a liczba zimujących w nich mopek może być bardzo duża. Warto wspomnieć, że biorąc pod uwagę maksymalne liczebności zimujących mopek w Twierdzy Modlin i Puszczy Kampińskiej (łącznie 1750 osobników tego gatunku), w przypadku ujęcia obszarowego

ten rejon plasuje się na drugim miejscu w kraju. Na podstawie maksymalnych liczebności w dużych zimowiskach można ocenić, że polska populacja mopka zachodniego wynosi co najmniej 13,9 tys. osobników (tab. 1, ryc. 24). W porównaniu do innych gatunków nie jest to wartość duża, gdyż w samym tylko Międzyrzeckim Rejonie Umocnionym zimuje ponad 29 tys. nocków dużych (Cichocki i in., 2015), choć w przypadku tego gatunku część osobników przylatuje do tego schronienia z terenu Czech czy Niemiec.

6. ZAGROŻENIA

6.1. Zagrożenia w okresie aktywności

6.1.1. Migracje

Za jedno z głównych zagrożeń dla nietoperzy uważa się zmianę zagospodarowania terenu. Zapoczątkowany w latach 30. XX w. rozwój wielkoobszarowego rolnictwa skutkuje zwiększeniem powierzchni pól uprawnych i zanikaniem siedlisk marginalnych (Dajdok i Wuczyński, 2008; Dietz i in., 2009). Likwidowane są miedze, zadrzewienia śródpolne, szpalery krzewów i aleje, nieużytki są zagospodarowywane. Zanikają elementy krajobrazu zapewniające łączność między populacjami lub takie, którymi kierują się nietoperze w czasie migracji (Limpens i Kapteyn, 1991; Grindal i Brigham, 1998; Verboom i in., 1999; Leśniński, 2008; Frey-Ehrenbold i in., 2013; Park, 2015). Tego typu struktury są niezmiernie istotne dla nietoperzy o cichych głosach echolokacyjnych, takich jak mopek (Barataud, 2005). Liniowe elementy krajobrazu nietoperze te wykorzystują w czasie przemieszczania się między kryjówkami a żerowiskami, podczas migracji, jak również mogą wzdłuż nich żerować (Limpens i Kapteyn, 1991; Verboom i in., 1999; Park, 2015). Zanikanie tych elementów krajobrazu w wyniku rozbudowy terenów zurbanizowanych, powstawania inwestycji liniowych czy tworzenia wielkopowierzchniowych upraw rolnych, prowadzące do fragmentacji siedlisk, a tym samym do izolacji populacji, należy do największych zagrożeń dla nietoperzy.

Poważnym zagrożeniem dla mopek może być również usuwanie wyższej roślinności porastającej brzegi rzek. Obecność zróżnicowanej roślinności wpływa na zwiększenie liczby owadów, a tym samym bazy pokarmowej nietoperzy, ale również chroni przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi i atakami drapieżników. Zróżnicowana roślinność na brzegach rzek, często wykorzystywanych przez nietoperze jako korytarze migracyjne (Furmankiewicz i Kucharska, 2009; Cortes i Gillam, 2020), umożliwia i ułatwia migrację tych ssaków.

Nierzadko jednak działania podejmowane w korytach rzek (regulacja koryt) prowadzą do usunięcia znacznej części roślinności, zwłaszcza drzew i krzewów. Tymczasem rzeki, podobnie jak aleje – liniowe elementy krajobrazu – stanowią korytarze migracyjne zarówno dla krótko-, jak i długodystansowych migrantów (Frey-Ehrenbold i in., 2013; Cortes i Gillam, 2020).

Istotnym zagrożeniem, zwłaszcza dla gatunków nietoperzy o krótkim zasięgu głosu echolokacyjnego, jest również sztuczne oświetlenie w nocy, które zaburza naturalny dobowy rytm aktywności, ale wywiera też wpływ na wybór żerowisk, tras przelotu do żerowisk czy między kryjówkami (Stone i in., 2015). Dużym zagrożeniem dla tych ssaków jest sztuczne oświetlenie kluczowych elementów krajobrazu wykorzystywanych jako korytarze migracyjne, co może odstraszać nietoperze, przecinać trasy przelotu (Barré i in., 2021) czy wymuszać korzystanie z alternatywnych szlaków. Jeśli alternatywnych tras nie ma, kolonie nietoperzy zostają zmuszone do opuszczenia kryjówek w danym regionie (Fure, 2012). Negatywny wpływ na nietoperze o krótkim zasięgu echolokacji wywiera oświetlenie skrajów lasów, brzegów rzek, ale również iluminacja mostów, zwłaszcza gdy oświetlona jest dolna część obiektów (Barré i in., 2021). Sztuczne oświetlenie może więc zaburzać ekologiczną funkcjonalność krajobrazu, utrudniać lub wręcz tworzyć barierę uniemożliwiającą przemieszczanie się nietoperzy (Stone i in., 2015).

Poważnym zagrożeniem dla gatunków o krótkim zasięgu echolokacji są również drogi szybkiego ruchu, które fragmentują siedliska i przecinają trasy migracji. Badania pokazują, że mopki są w stanie przekroczyć autostrady o dużym natężeniu ruchu, jednak ze względu na to, że latają 2–8 m nad ziemią (Sierro, 1999; Seibert i in., 2015), wiąże się to z wysokim ryzykiem śmierci w wyniku kolizji (Jaeger i in., 2005; Lesiński, 2008), wynikającym z kolizji z dużymi, wysokimi samochodami ciężarowymi (Kerth i Melber, 2009; Medinas i in., 2013).

6.1.2. Rozród

Ze względu na to, że samice mopka są bardzo przywiązane do swoich arealów i kryjówek, do których powracają po okresie hibernacji (Hillen i in., 2010, 2011), dużym zagrożeniem dla gatunku są działania prowadzące do zniszczenia arealów samic. W okresie letnim, a zwłaszcza w czasie rozrodu, dwa główne czynniki wpływające na wybór siedliska przez nietoperze to dostępność pokarmu oraz kryjówek (Fenton, 1997).

Na obecność w danym regionie leśnych gatunków nietoperzy (tzn. gatunków mających żerowiska i zazwyczaj również schronienia na terenie lasów), takich jak mopek, duży wpływ ma struktura lasu (Rachwald i Labocha, 1996; Jung i in., 1999; Patriquin i Barclay, 2003) i wiek drzewostanu (Crampton i Barclay, 1998), które decydują o różnorodności owadów, a więc i zasobności żerowisk.



Ujednolicenie struktury lasu oraz zmniejszenie powierzchni drzewostanów dojrzałych i starszych powoduje, że mopki nie mają dostępu do wystarczającej liczby kryjówek. Ponieważ w większości lasów w Polsce – podobnie jak w Europie – prowadzona jest gospodarka leśna, sposób gospodarowania lasami odgrywa kluczową rolę w ochronie mopka. Badania pokazują, że mopki preferują kryjówki w drzewach starych, najczęściej ponad 100-letnich (Hermanns i in., 2003; Hillen i in., 2010; Russo i in., 2020; Rachwald i in., 2022). Obniżanie wieku rębności drzew i zanikanie starodrzewów jest więc obecnie podawane jako jedno z najważniejszych zagrożeń dla mopka (Russo i in., 2020; IUCN 2022-1). Takie działania mogą prowadzić do znacznego zmniejszenia liczby dostępnych kryjówek i zmniejszenia tempa powstawania nowych. Większość lasów ma charakter gospodarczy, dlatego niewielki jest udział starych drzewostanów czy kęp drzew pozostawianych bez ingerencji do naturalnego rozpadu. Najczęściej negatywny wpływ gospodarki leśnej nie jest rekompensowany. Zwykle nie są podejmowane działania mające na celu odtworzenie lub zastąpienie utraconych schronień naturalnych. Ponadto, gdy drewno pozyskiwane jest w okresie rozrodu, może to prowadzić do przypadkowego zniszczenia schronienia kolonii rozrodczej, a w skrajnych przypadkach nawet do śmierci samic i młodych w kolonii.

W przypadku schronień w obiektach antropogenicznych bardzo istotnym zagrożeniem jest obecność sztucznego oświetlenia, zwłaszcza w rejonach, gdzie kolonia nie ma alternatywnych kryjówek. Zamontowanie iluminacji doprowadzi do opuszczenia stanowiska przez nietoperze, a nawet do utraty lokalnej populacji. Podobnie skutki będzie miał remont budynku, jeśli będzie odbywał się w okresie rozrodczym nietoperzy czy gdy po jego wykonaniu zniszczona zostanie kryjówka.

6.1.3. Gody

U gatunków osiadłych, a takim jest mopek, osobniki przemieszczają się w obrębie stosunkowo małego obszaru. Utrata miejsca odpowiedniego na odbycie godów może wpływać na ograniczenie kontaktów między osobnikami i prowadzić do zmniejszenia zróżnicowania genetycznego populacji. Zwykle wiąże się to także z utratą zimowiska, gdyż często te same obiekty podziemne wykorzystywane są przez nietoperze jako miejsca zimowania i miejsca odbywania godów. Zagrożeniem dla mopków jest zarówno zniszczenie, jak i szczelne zamknięcie takiego obiektu, podobnie jak utrata jego funkcjonalności oraz brak bezpiecznych dołotów. Niszczono mogą być obiekty podziemne (duże piwnice, bunkry) w wyniku ich przebudowy, zmiany sposobu użytkowania lub z powodu likwidacji ich jako miejsc niebezpiecznych. Opuszczone, nieużytkowane obiekty mogą też podlegać naturalnym procesom niszczenia (zalewanie, zasypywanie, zawalanie się ścian i stropów).

Dużym zagrożeniem w porze godów może być obecność ludzi lub zwierząt w nocy w podziemiach, powodująca przeplaszanie nietoperzy, a tym samym utrudniająca czy wręcz uniemożliwiająca im znalezienie partnera. Może to dotyczyć zorganizowanego lub niezorganizowanego ruchu turystycznego (zwykle w ciągu dnia), ale obiekty takie bywają także miejscem nieformalnych spotkań okolicznych mieszkańców, często połączonych z głośnym zachowaniem i paleniem ognisk (zwykle w godzinach wieczornych i nocnych).

Zagrożeniem dla nietoperzy może być zmiana sposobu użytkowania podziemi prowadząca do zmniejszenia powierzchni dostępnej dla nietoperzy (np. wykorzystanie obiektu do składowania materiałów) czy powodująca istotne zmiany warunków jego wnętrza (osuszenie, oświetlenie, ogrzewanie, tworzenie przegród). Remont obiektu może polegać także na uszczelnieniu wlotów, co uniemożliwi nietoperzom dostanie się do jego wnętrza.

Zmiana zagospodarowania terenu wokół podziemi wykorzystywanych jako miejsca godów również może powodować, że nietoperze nie będą wykorzystywać tych obiektów. Dotyczy to przede wszystkim działań związanych z otaczającymi podziemie lasami lub zadrzewieniami. Nadmierne usuwanie drzew może prowadzić do odsłonięcia otoczenia schronień, zwłaszcza wlotów do podziemi. To z kolei może skutkować zwiększeniem presji drapieżników i unikaniem pojawiania się nietoperzy przy takim obiekcie. Również zbyt duży wzrost roślinności przy wejściach do podziemi, uniemożliwiający swobodny wlot nietoperzy do ich wnętrza może spowodować opuszczenie stanowiska.

Jednym z ważniejszych zagrożeń dla mopków w okresie godów jest zanik korytarzy migracyjnych (szerzej omówione przy zagrożeniach w okresie migracji), umożliwiających dotarcie do miejsc spotkań osobników, którymi są najczęściej obiekty podziemne (użytkowane również jako zimowiska).

6.1.4. Żerowiska

Mopek jest nietoperzem wykorzystującym wiele różnych rodzajów żerowisk (rozdział 5.1.4). Pewne czynniki, przedstawione pokrótce poniżej, mogą jednak spowodować utratę wykorzystywanych przez mopki terenów łowieckich, nawet gdy środowisko to nadal wydaje się dla nich odpowiednie.

Wszelkie zmiany przestrzennej struktury lasów wykorzystywanych przez polujące mopki mogą spowodować ich bezużyteczność jako miejsc żerowania. Przykładowo, jeśli nieużywane drogi leśne zarosną tak, że przestaną stanowić liniowe luki w drzewostanie, najbogatsza nawet baza pokarmowa może stać się niedostępna dla nietoperzy. Podobnie, jeśli podszyt czy podrost wyrosną tak, że zajmą całą przestrzeń pod koronami drzew, mopki nie będą mogły przemieszczać się wewnątrz lasu. Z drugiej strony, usunięcie podszytu w lesie lub zarośli



Ryc. 25. Dużym zagrożeniem dla nietoperzy jest sztuczne oświetlenie w nocy, które przenika do lasów i na tereny zadrzewione, czyniąc dany obszar niedostępnym dla wielu gatunków (fot. Tomasz Gottfried)

Fig. 25. A major threat to bats is artificial lighting, which penetrates into forests and woodlands at night, making the area unsuitable for many species (photo: Tomasz Gottfried)

na skrajach cieków i zbiorników wodnych może spowodować, że – tym razem ze względu na niechęć do polowania i przemieszczania się bez osłony roślinności – wykorzystywane wcześniej żerowiska zostaną przez te nietoperze porzucone. Także sztuczne oświetlenie może skutecznie zniechęcić mopki do polowania w jakimś miejscu, a nawet do korzystania z wodopojów. Gatunek ten okazał się jednym z dwóch (wraz z gackiem brunatnym) najbardziej wrażliwych na obecność sztucznego oświetlenia spośród europejskich nietoperzy (Voight i in., 2021). O ile raczej nie zdarza się potrzeba oświetlenia w nocy wnętrza lasu, to instalacja latarni wzdłuż dróg czy alejek spacerowych w lasach bądź nad ciekami czy brzegami stawów może negatywnie wpływać na mopki, prowadząc do utraty żerowisk (ryc. 25).

Kolejnym zagrożeniem jest zmniejszenie liczebności lub składu gatunkowego zespołu potencjalnych ofiar. Mopki są wyspecjalizowane w polowaniu na ćmy, a występowanie tych owadów często zależy od obecności konkretnej rośliny, na której mogą żerować larwy. Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii z wykorzystaniem technik biologii molekularnej (co umożliwiło rozpoznawanie ofiar do gatunku) wykazały, że stadia larwalne przeważającej większości (97%) ciem chwytyanych przez mopki żerują na roślinach obecnych na terenach wykorzystywanych przez te nietoperze (Carr i in., 2020). Zniknięcie takich gatunków roślin może zatem spowodować ubytek niektórych gatunków potencjalnych ofiar. W ten sposób żerowisko może stać się znacząco uboższe bez żadnej widocznej na pierwszy rzut oka zmiany.

Negatywnie na mopki wpływa także utrudniony dostęp do żerowisk. Każdej nocy nietoperze przemieszczają się z kryjówek dziennych na żerowiska, unikając przy tym miejsc nieosłoniętych i otwartej przestrzeni. Swoje kryjówki opuszczają dość wcześnie, niekiedy już kilka minut po zachodzie słońca (Hillen i in., 2011; Russo i in. 2017), ale początkowo przez jakiś czas polują we wnętrzu lasu, w którym spędziły dzień, a po opuszczeniu go przemieszczają się zwykle wzdłuż krawędzi zadrzewień, szpalerów drzew, żywopłotów i tym podobnych elementów krajobrazu, które stanowią zarówno znajome szlaki komunikacyjne, jak i osłonę przed drapieżnikami (Zeale i in., 2012). Usunięcie tego rodzaju liniowych elementów krajobrazu lub ich fragmentów albo uczynienie ich bezużytecznymi dla nietoperzy przez wprowadzenie sztucznego oświetlenia (Voight i in., 2021) może spowodować, że dotychczas wykorzystywane żerowiska staną się dla mopek niedostępne.

Możliwe jest również, że jakieś zasobne żerowisko przestanie być przez mopki wykorzystywane, gdy odległość do niego od najbliższych kryjówek stanie się zbyt duża (ryc. 26). Jeśli w jakimś miejscu znikną dostępne kryjówki (z powodu wycięcia drzew lub ich naturalnego zniszczenia), może się okazać, że docieranie do wykorzystywanych wcześniej miejsc żerowania z nowych kryjówek będzie nietoperzom zajmować zbyt dużo czasu i generować zbyt wysokie koszty energetyczne, co ostatecznie spowoduje opuszczenie potencjalnie dogodnego żerowiska.

Chemiczne środki zwalczania owadów stosowane w lasach bądź na sąsiadujących z nimi terenach uprawnych mogą stanowić poważny problem z dwóch powodów. Po pierwsze, ze względu na swoje niewybiórcze działanie mogą doprowadzić do zmniejszenia różnorodności i obfitości bazy pokarmowej mopek. Po drugie, polowanie na zdobycz zanieczyszczoną pestycydami powoduje powolne gromadzenie się toksycznych substancji w tkance tłuszczowej nietoperzy. Ssaki te spędzają zimną część roku, zużywając zgromadzony zapas tłuszczu (czyli intensywnie chudną), co prowadzi do uwolnienia dużych ilości toksyn, które mogą mieć negatywny wpływ na kondycję zwierząt, a nawet doprowadzać do ich śmierci (Mansour i in., 2016; O'Shea i in., 2016; Browning i in., 2021).



Ryc. 26. Duże kompleksy lasów o uproszczonej strukturze, bez stojących martwych drzew zapewniających schronienia, stają się dla mopków zachodnich niedostępne ze względu na zbyt duże odległości, jakie muszą pokonywać do odpowiednich kryjówek (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 26. Large forests of simple structure, without standing dead trees to provide roosting opportunities, become unavailable to Barbastelles if they are too distant from suitable roosts (photo: Grzegorz Gaczyński)

6.2. Zagrożenia w okresie zimy

Bezpieczne miejsca zimowania umożliwiają nietoperzom przetrwanie najtrudniejszego dla nich okresu. Liczba takich obiektów jest ograniczona i utrata każdego z użytkowanych schronień może spowodować śmierć osobników. Miejsca zimowania mopków, zwłaszcza te położone w pobliżu terenów zabudowanych, są szczególnie narażone na penetrację przez ludzi. Często skutkuje to zaśmiecaniem i niszczeniem obiektów. Dużym niebezpieczeństwem dla nietoperzy jest również niepokojenie ich w podziemiach, gdy te zostają udostępnione dla turystów w okresie zimy. Istotny wpływ ma też zmiana warunków wewnątrz zimowisk, w szczególności w obiektach, które są użytkowane.

Zimowiskami mopków często są obiekty pochodzenia militarnego, najczęściej niezagospodarowane i niezabezpieczone, a jednocześnie znane wielu osobom (informacje o nich są często łatwe do znalezienia w zasobach internetowych).

To powoduje, że są chętnie odwiedzane przez grupy zainteresowane turystyką ekstremalną czy eksploracją obiektu, jak również szukające atrakcji czy śladów historii. W związku z tym zimujące w tych obiektach nietoperze są stale narażone na płoszenie przez ludzi odwiedzających podziemia. Świadczą o tym nie tylko znajdowane śmieci, ale także spotkania w czasie zimowych liczeń nietoperzy grup ludzi nielegalnie przebywających w takich miejscach. Dotyczy to również zimowisk zamkniętych, w których niszczone są zabezpieczenia (ryc. 27), takich jak główny system Międzyrzeckiego Rejonu Umocnionego, gdzie spotyka się grupy



Ryc. 27. Przykłady wandalizmu w zimowiskach mopków zachodnich: (a) uszkodzona krata w schronie w Pawłowicach (fot. Iwona i Tomasz Gottfried), (b) palenie ognisk w zbiornikach na wodę w Stanowicach (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 27. Examples of vandalism in the winter roosts of Barbastelles: (a) damaged gate in the shelter in Pawlowice (photo: Iwona and Tomasz Gottfried), (b) fire burning in old water tanks in Stanowice (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



liczące nawet po kilkanaście osób, nielegalnie przebywające w zimowisku. Część zwiedzających wchodzących do takich obiektów używa otwartego ognia w postaci pochodni, co znacznie potęguje płoszenie nietoperzy (Rydell i Bogdanowicz, 1997). Ślady takich wejść obserwowano m.in. w Sztolni w Skałkach Stoleckich, w schronach Brzeskiego Rejonu Umocnionego i w Fortach Modlińskich. Czasem obiekty takie traktowane są również jako miejsca biwakowe, czemu towarzyszy np. rozpalanie ognisk (ryc. 27).

Niektóre zimowiska mopka są wykorzystywane turystycznie również w okresie zimowym. Sytuacja taka może powodować stałą presję i płoszenie nietoperzy. Udostępnienie obiektu do zwiedzania łączy się często ze zmianami mikroklimatu w podziemiu. Niewłaściwie wykonane zamknięcia i zabezpieczenia mogą utrudniać przepływ powietrza, co przy coraz cieplejszych zimach może znacząco spowolnić wychładzanie obiektu. Inne czynniki pojawiające się w podziemiach po udostępnieniu ich do zwiedzania (światło, hałas, duża liczba osób) również wpływają na zachowania nietoperzy. Najsilniej oddziałuje na te ssaki natężenie światła i to stanowi główny powód opuszczania obiektów otwartych dla turystów (Laidlaw i Fenton, 1971; Mann i in., 2002). Nietoperze mogą opuścić zimowisko, nawet gdy oświetlenie zostanie zainstalowane jedynie przy wejściu do obiektu (Voigt i in., 2018). Zmniejszającą się liczbę hibernujących nietoperzy, w tym mopków, obserwuje się np. na trasach podziemnych w Górach Sowich (Gottfried T. i Gottfried I., dane niepubl.).

O warunkach mikroklimatycznych w zimowiskach mopka często decyduje sposób zabezpieczenia wejść. Ich zniszczenie nierzadko wywiera negatywny wpływ na stan populacji. Taka sytuacja wystąpiła między innymi w Tunelu w Szklarach, gdzie ze względu na zniszczenie drzwi i znaczne wymrażanie obiektu część populacji opuściła zimowisko. Również naprawa zabezpieczeń może spowodować zniszczenie stanowiska. W 2011 roku w Sztolni Obiegowej w Młotach po zniszczeniu kraty zamurowano jedno z wejść. Spowodowało to zatrzymanie cyrkulacji powietrza i trzykrotne zmniejszenie liczby zimujących mopków. Dopiero rozebranie ścianki i montaż odpowiedniej nowej kraty (ryc. 28) umożliwiły przywrócenie w zimowisku ciągu powietrza i mikroklimatu panującego przed pracami, a następnie powrót nietoperzy.

Mopki często zimują, tworząc duże klastry, co powoduje, że są łatwe do wypatrzenia i padają ofiarami aktów wandalizmu, łącznie z zabijaniem osobników. Takie przypadki zanotowano np. w Chłodni w Cieszkowie (Szulc-Guziak, 1996), w której zimowało ponad 100 osobników. Lokalna młodzież odwiedzająca ten podziemny obiekt w ziemie celowo podpałała i zabijała nietoperze. Dopiero montaż stalowych drzwi z otworem wlotowym zapewnił tym ssakom bezpieczeństwo. Jeszcze bardziej drastyczne zdarzenie miało miejsce w jednym z poznańskich fortów. W czasie zimowego liczenia znaleziono zabite celowo 64 mopki (Jaros, 2012). Takie sytuacje mogą spowodować zniszczenie lokalnej populacji. Nie



Ryc. 28. Ścianka z bloczków w wejściu do zimowiska powoduje zmniejszenie przepływu powietrza i podniesienie temperatury w podziemiu (a). Krata z poziomymi elementami (b) nie blokuje ciągu powietrza i umożliwia nietoperzom swobodny wlot do schronienia (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 28. A solid wall at the entrance to a winter bat roost reduces airflow and raises the temperature inside the structure (a). A grille with horizontal bars (b) does not block the airflow and allows bats to fly freely into the roost (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)



tylko bezpośrednie zabijanie nietoperzy, ale także dewastacja samego obiektu może doprowadzić do utraty zimowiska, jak to miało miejsce w jednym z fortów Twierdzy Modlin (Lesiński i in., 2006). W Forcie Błogosławie w części korytarzy zamontowane pod stropem ceowniki tworzyły wąskie szczeliny, w których zimowały mopki. W wyniku ich kradzieży nietoperze utraciły nisze, w których się chroniły, przez co znacznie zmalała ich liczebność w kolejnych sezonach. Ekstremalnym przykładem dewastacji jest palenie śmieci, a zwłaszcza opon, co doprowadza do całkowitego zadymienia obiektu i pozostawia osad na wszystkich ścianach. Jeśli dochodzi do takich zdarzeń zimą, hibernujące nietoperze nie mają możliwości ucieczki i giną, dusząc się toksycznym dymem.

Naturalnymi wrogami mopka są sowy oraz kuna domowa *Martes foina* i kuna leśna *Martes martes*. W przypadku dużych zimowisk drapieżniki mogą się uczyć wykorzystywać zimowiska jako miejsca okresowej koncentracji ofiar, zwłaszcza że często wykorzystują te same obiekty co nietoperze, np. puszczyk w Jaskini Szachownica lub kuna domowa w Sztolni w Skałkach Stoleckich. Zimujące licznie w tych stanowiskach mopki, a zwłaszcza grupy osobników tworzące duże klastry mogą być łatwym łupem tych drapieżników. Do zwierząt mających czasami lokalnie duży wpływ na zimujące populacje należy zaliczyć kota domowego *Felis catus*. Znany jest przypadek zabicia i zjedzenia większości korpusów ponad 50 mopków w Forcie w Strubinach (Fuszara M., Kowalski M., Olszewski A., dane niepubl.) (ryc. 29). W fortyfikacjach w Brześciu obserwowano przypadki drapieżnictwa łasicy *Mustela nivalis* na mopkach (Demianchik i Demianchik, 1999). Osobliwe sytuacje drapieżnictwa gryzoni na nietoperzach zaobserwowano w Lubiążu i w kaminoskich piwniczkach (Gottfried I., Gottfried T., Olszewski A., dane niepubl.), a ryjówek w fortach poznańskich (Grzywiński W., dane niepubl.). Innym przykładem jest żerowanie sikor na hibernujących w Jaskini Szachownica nietoperzach (Radzicki i in., 1999). Mopki zimujące blisko wejść są łatwym łupem dla ptaków, które wydziobują mózg i tkankę tłuszczową, zanim nietoperz zdąży się wybudzić z hibernacji. Nowym gatunkiem stwarzającym znaczące zagrożenie może być szop pracz *Procyon lotor* – gatunek obcy, szybko zwiększający swoją liczebność w Polsce. Odnotowano już pierwsze przypadki żerowania tego gatunku na nietoperzach zimujących w Międzyrzeckim Rejonie Umocnionym (Cichocki i in., 2020).

Zmiany klimatu i związany z tym wzrost średnich temperatur w miesiącach zimowych powoduje w części podziemi spadek liczby zimujących mopków (Gottfried i in., 2020). Dotyczy to zwłaszcza obiektów położonych w zachodniej i centralnej Polsce. W Chłodni w Cieszkowie z niemal 200 hibernujących mopków liczebność w czasie ostatnich ciepłych zim spadała nawet do kilku osobników. W tej części Polski mopki coraz częściej zimują w małych, szybko i mocniej wychładzających się obiektach. Wybieranie słabiej izolowanych miejsc może jednak narażać mopki na inny rodzaj zagrożenia. W przypadku nagłych



Ryc. 29. Zimujące i rojące się mopki mogą niekiedy być łatwym łupem dla drapieżników (fot. Maciej Fuszara)

Fig. 29. Hibernating and swarming *Barbastelles* may sometimes become easy prey for predators (photo: Maciej Fuszara)

silnych ochłodzeń niektóre osobniki mogą nie zdążyć zmienić schronienia na lepiej izolowane i zamrażać. Sytuację taką obserwowano m.in. w podziemnych zbiornikach na wodę w Chachalni, w Lubiążu oraz w Skałkach Stoleckich (Gottfried I. i Gottfried T., dane niepubl.).

Mopek często na zimowiska wybiera obiekty antropogeniczne nieużytkowane długi czas, niezabezpieczone, słabo izolowane i niejednokrotnie będące w złym stanie technicznym. Dotyczy to zwłaszcza obiektów militarnych oraz różnego rodzaju piwnic. Budowle stanowiące duże zimowiska mopek (tab. 1) w większości powstały przed rokiem 1945, a 17 z nich jest wpisanych do rejestru zabytków. Z tego względu część podziemi wymaga okresowych napraw, co może stać w sprzeczności z ochroną nietoperzy. W przypadku remontu takich obiektów często niemożliwe jest zachowanie istniejących nisz/kryjówek (szczelin lub pęknięć) albo odpowiedniego mikroklimatu (ryc. 30). Zagrożeniem mogą być również remonty mostów i przepustów. Dotychczas obiekty te nie były często wykorzystywane zimą przez mopki, jednak zmieniło się to w ostatnich latach. Najczęściej nietoperze wykorzystują mosty na drogach lokalnych, przebiegających przez tereny leśne (Wojtaszyn i in., 2015). Znajdują tam schronienie we



Ryc. 30. Przykłady uszkodzeń w obiektach wykorzystywanych przez mopki zachodnie jako zimowiska: (a) spękania ścian fortu (fot. Iwona i Tomasz Gottfried), (b) pękające belki stropu piwnicy, (c) spękania wokół wejść do fortyfikacji (fot. Maciej Fuszara), (d) uszkodzone drzwi do piwniczki (fot. Grzegorz Błachowski)

Fig. 30. Examples of damage to structures used by the Barbastelle as wintering roosts: (a) cracks in the walls of a fort (photo: Iwona and Tomasz Gottfried), (b) cracked concrete beams of a basement ceiling, (c) crumbling walls of a fortification (photo: Maciej Fuszara), (d) damaged cellar door (photo: Grzegorz Błachowski)

wszelkiego rodzaju ubytkach, pęknięciach lub szczelinach, które ze zrozumiałych względów są naprawiane dość często. W ostatnich latach przepusty wykonane z kamienia lub cegieł najczęściej wymieniane są na profile z blachy falistej lub rury z tworzyw, co uniemożliwia nietoperzom korzystanie z dotychczasowych kryjówek.

Część zimowisk – zwłaszcza małych, wykorzystywanych przez nieliczne nietoperze – jest regularnie niszczone lub ulega stopniowej degradacji. Są to zwykle nieużytkowane piwnice lub schrony. Obiekty te w związku z postępującą destrukcją przestają zapewniać odpowiednie warunki do hibernacji. W przypadku piwnic często uszkodzenie lub usunięcie drzwi może spowodować wymrożenie całego wnętrza (ryc. 30). Czasem zniszczenie stanowiska może nastąpić w wyniku wyburzenia obiektu. Jednym z przykładów jest Wrocław, gdzie w ciągu 20 lat z 13 niewielkich obiektów wykorzystywanych jako zimowiska głównie przez mopka (Błaszczuk i in., 2015) pozostało tylko pięć. Pozostałe schrony zostały zburzone, zamurowane, zasypane lub zagospodarowane.

Badania i monitoring zimujących nietoperzy są bardzo ważne. Umożliwiają ocenę stanu populacji, pozwalają szybko zauważyć niepokojące zmiany i odpowiednio zaplanować działania ochronne. Jednak w zimowiskach, zwłaszcza tych, w których koncentruje się wiele osobników, priorytetem powinna być ochrona zimujących nietoperzy. Ma to szczególne znaczenie w przypadku mopka – gatunku uznawanego za wrażliwy na niepokojenie (Russo i in., 2004). Dlatego w kluczowych dla zachowania populacji zimowiskach nie powinny być prowadzone inwazyjne badania, które związane są m.in. z częstym wybudzaniem nietoperzy z hibernacji (Rydell i Bogdanowicz, 1997), a liczba kontroli w czasie hibernacji powinna być ograniczona.

Przedstawione szerokie spektrum zagrożeń nie jest zapewne kompletne. Wraz z odkrywaniem nowych rodzajów schronień wykorzystywanych przez mopki czy postępującymi zmianami klimatu i przekształceniami środowiska mogą pojawić się nieznane dotychczas zagrożenia. W większości przypadków duże zimowiska mopków udało się ochronić, jednak niszczeniu ulegają mniejsze obiekty, wykorzystywane przez mniejszą liczbę nietoperzy. Znaczenie tych obiektów wydaje się wzrastać wraz z postępującym ociepleniem klimatu (Gottfried i in., 2020).

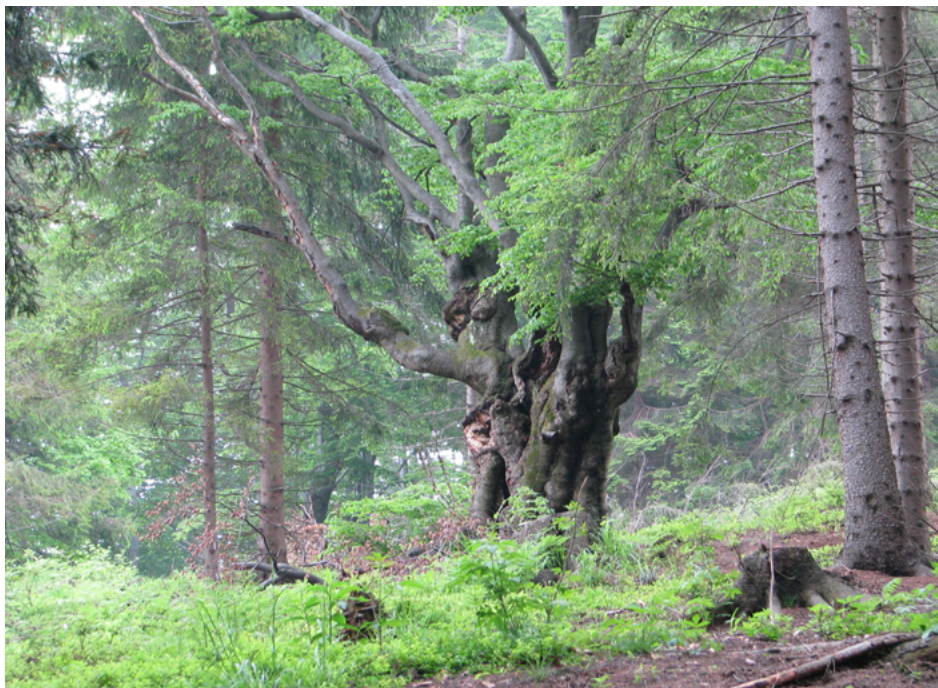
7. DOBRE PRAKTYKI W OCHRONIE GATUNKU

7.1. Ochrona żerowisk

7.1.1. Lasy na obszarach chronionych

Najlepsze warunki bytowania znajdują mopki w starych lasach liściastych lub mieszanych o charakterze naturalnym (Sierro, 1999; Russo i in., 2004; Carr i in., 2018). Drzewostany o zróżnicowanej strukturze przestrzennej stanowią miejsca żerowania, a obecność martwych drzew stojących zapewnia nietoperzom odpowiednie schronienia (Sierro i Arlettaz, 1997; Hillen i in., 2011; Zeale i in., 2012) (ryc. 31). Specyficzne wymagania mopka odnośnie preferowanych żerowisk i schronień sprawiają, że najlepszą metodą jego ochrony jest obejmowanie ochroną ścisłą jak największej powierzchni obszarów leśnych, w szczególności starych drzewostanów o zróżnicowanej strukturze, z dużym udziałem martwych lub zamierających drzew.

Obecnie lasy objęte ochroną ścisłą występują prawie wyłącznie w parkach narodowych lub rezerwatach, czyli na obszarach obejmujących stosunkowo niewielki procent polskich lasów. Taka forma ochrony jest najbardziej skuteczna w odniesieniu do obszarów leśnych o charakterze naturalnym lub zbliżonym do naturalnego, które już mają wysokie walory ekologiczne. W przypadku obszarów stosunkowo niedawno wyłączonych z użytkowania warto rozważyć objęcie przejściowo ochroną czynną, aby można było podejmować działania ochronne zwiększające ich atrakcyjność dla nietoperzy (poprawa struktury drzewostanu, zwiększenie udziału martwych drzew, tworzenie schronień dla mopków). Objęcie takich drzewostanów ochroną ścisłą i pozostawienie ich działaniom naturalnych procesów w konsekwencji doprowadzi do powstania siedlisk optymalnych dla tych nietoperzy, jednak jest to proces długotrwały.



Ryc. 31. Martwe i zamierające drzewa, w których mopki zachodnie znajdują dogodne schronienia, częściej występują na obszarach chronionych niż w lasach użytkowanych gospodarczo (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 31. Dead and dying trees in which the Barbastelle finds suitable roosts are more common in protected areas than in commercial forests (photo: Andrzej Węgiel)

Stare okazałe drzewa, w szczególności na obszarach leśnych lub w ich pobliżu, mogą być obejmowane ochroną prawną jako pomniki przyrody. Taka forma ochrony wprawdzie chroni je przed wycięciem, ale może wiązać się z innym zagrożeniem. Niekiedy za wszelką cenę próbuje się ratować drzewa pomnikowe przed obumarciem, podejmując działania zabezpieczające, które ograniczają ich dostępność dla nietoperzy, takie jak zamykanie otworów, obcinanie martwych gałęzi czy ochrona chemiczna przed owadami.

Lasy mogą też być wyłączane z użytkowania i obejmowane ochroną w sposób nieformalny. Są przykłady wykupu gruntów leśnych i obejmowania ich ochroną przez organizacje pozarządowe zajmujące się ochroną przyrody. Podobnie prywatni właściciele lasów niekiedy świadomie wyłączają je z użytkowania, aby chronić bytujące tam organizmy. Taka nieformalna ochrona ma jednak pewną wadę – w przypadku zmiany właściciela gruntu (np. w wyniku nabycia spadku) nowy właściciel może ponownie przywrócić jego użytkowanie.



Lasy Państwowe, podobnie jak inni właściciele i użytkownicy lasów, mają różne inne możliwości wyłączenia fragmentów lasów z użytkowania niż tylko obejmowanie ich ochroną prawną. Może to być na przykład tworzenie użytków ekologicznych, ostoi zwierzyny, lasów referencyjnych czy powierzchni doświadczalnych. Jeżeli takie wyłączenia skutkują polepszeniem bazy żerowej i zwiększeniem liczby dostępnych schronień dla mopka, to oczywiście przyczyniają się do zachowania populacji tego gatunku.

Obszary Natura 2000 (Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk), w których przedmiotem ochrony jest mopek, mogą obejmować zarówno obszary chronione, jak i różne rodzaje lasów gospodarczych. W zależności od rodzaju środowiska i sposobu użytkowania lub jego ochrony mogą być planowane różnego typu działania polepszające jakość żerowisk. Odbywa się to przy tworzeniu Planu Zadań Ochronnych lub Planu Ochrony dla danego obszaru. Planowane działania ochronne mogą mieć podobny charakter jak opisane dla lasów gospodarczych (rozdział 7.1.2), należy jednak pamiętać, że o ile w lasach gospodarczych mają one jedynie charakter rekomendacji, to sprawujący nadzór nad Obszarem Natura 2000 jest zobligowany do utrzymania tzw. właściwego stanu ochrony wszystkich gatunków będących przedmiotem ochrony.

Ze względu na dużą filopatrię (przywiązanie) mopków do schronień i arealów letnich (Hillen i in., 2009, 2010) w ochronie tych ssaków niezbędna jest zarówno ochrona gatunkowa, jak i zachowanie siedlisk leśnych, zapewniających liczne kryjówki oraz bogate żerowiska. Zachowanie odpowiedniego siedliska ma więc bezpośredni wpływ na liczbę nietoperzy, która może przetrwać na danym obszarze, zapobiega tym samym spadkowi liczebności populacji (Entwistle i in., 2001).

7.1.2. Lasy gospodarcze

Mimo że dla mopka najlepsze warunki bytowania stwarzają lasy o charakterze naturalnym, gatunek ten charakteryzuje się dużymi zdolnościami adaptacyjnymi i potrafi przetrwać w wielu mniej lub bardziej przekształconych środowiskach (Sierro, 2003; Russo i in., 2010; Ancillotto i in., 2015; Görföl i in., 2019). W lasach gospodarczych, często o mocno uproszczonej strukturze, mopki modyfikują swoje zachowania i żerują w suboptymalnych dla siebie środowiskach, jeśli tylko znajdują tam wystarczające zasoby pożywienia (latające motyle nocne). Drzewostany jednowiekowe zwykle tworzą gęstą warstwę koron, której wewnątrz ze względu na sposób poruszania się oraz fizyczne właściwości sygnałów echolokacyjnych nie jest dostępne dla tego nietoperza (Schnitzler i Kalko, 2001; Russo i in., 2007; Müller i in., 2013) (ryc. 32). Dlatego jako miejsca żerowania mopki często wybierają obrzeża drzewostanów i drogi leśne (Sierro i Arlettaz, 1997; Hillen i in., 2011; Russo i in., 2020), wnętrza drzewostanów poniżej warstwy koron



Ryc. 32. Wnętrza zagęszczonych drzewostanów są niedostępne dla mopków zachodnich (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 32. The inside of a dense forest stand is inaccessible for Barbastelles (photo: Andrzej Węgiel)

(Russo i in., 2007), otwartą przestrzeń ponad koronami drzew (Sierro i Arlettaz, 1997; Sierro, 2003), luki i polany (Kortmann i in., 2018; Rachwald i in., 2022), a nawet tereny nieleśne (Sierro, 1999; Ancillotto i in., 2014, 2022). Mopki preferują lasy liściaste i mieszane, ale mogą także żerować w starszych drzewostanach iglastych o niezbyt dużym zagęszczeniu drzew (Sierro, 1999, 2003; Rachwald i in., 2021). W związku z tym działań ochronnych dla mopków nie powinno się ograniczać jedynie do optymalnych dla gatunku środowisk (nieużytkowanych lasów o charakterze naturalnym), ale powinny one dotyczyć także lasów gospodarczych, szczególnie jeżeli otaczają one fragmenty wyłączzone z produkcji (Russo i in., 2010; Carr i in., 2020).

Lasy mogą być użytkowane w bardzo różny sposób, co istotnie wpływa na ich zróżnicowanie wiekowe, strukturę przestrzenną i różnorodność biologiczną. Zatem ich użytkowanie w zasadniczy sposób rzutuje na to, jakie stwarzają warunki bytowania nietoperzom związanym ze środowiskiem leśnym (Adams i in., 2009; Russo i in., 2010; Tillon i in., 2018). Najszerzej reprezentowane w naszym kraju są lasy gospodarcze o charakterze półnaturalnym, gdzie dominuje funkcja produkcji drewna, jednak powinna ona być realizowana w sposób zrównoważony.



Struktura tych lasów zależy głównie od warunków siedliskowych i przyjętych metod gospodarowania, a często także od formy własności. Kolejną dużą grupę stanowią lasy ochronne (glebochronne, wodochronne, rekreacyjne itp.), w których funkcja produkcji drewna schodzi na dalszy plan lub zupełnie nie jest realizowana. Tak więc w zależności od sposobu użytkowania, stanu lasu i jego struktury przestrzennej można stosować różne zabiegi, które mogą polepszyć bazę żerowiskową mopków (Patriquin i in., 2003; Russo i in., 2010, 2016). Zwykle działania takie powodują zwiększenie różnorodności biologicznej, polepszając warunki bytowania również wielu innym organizmom związanym ze środowiskiem leśnym.

Działania ochronne mogą dotyczyć pojedynczego drzewostanu, ale także całego kompleksu leśnego i jego otoczenia (Loeb i O'Keefe, 2006). Planowanie działań poprawiających warunki żerowania mopkom w konkretnym drzewostanie zależą przede wszystkim od jego fazy rozwojowej, ale także od rodzaju siedliska, aktualnego stanu drzewostanu oraz głównego celu hodowlanego. Czasami trudno znaleźć gotową receptę na ustalenie postępowania, gdyż niektóre kierunki optymalizacji mogą być sprzeczne. Na przykład zwiększenie zagęszczenia gatunków tworzących podszyt może korzystnie wpływać na obfitość bazy żerowej (owadów), ale z drugiej strony staje się fizyczną barierą dla żerujących tam nietoperzy (Müller i in. 2012; Zeale i in., 2012; Carr i in., 2020).

Uprawy i młodniki (najmłodsze fazy rozwojowe drzewostanu) generalnie nie stwarzają mopkom dobrych warunków żerowania. Niewielkie powierzchnio-wo uprawy leśne położone wśród starszych drzewostanów mogą oddziaływać korzystnie, zwiększając strefę obrzeży drzewostanu, w której mopki chętnie żerują (Russo i in., 2007; Hillen i in., 2009; Ancillotto i in., 2015) (ryc. 33). Natomiast duże (wielohektarowe) powierzchnie upraw czy młodników, podobnie jak niezadrzewione otwarte przestrzenie są omijane przez mopki (Sierro, 1999; Russo i in., 2007). Niewiele jest także działań poprawiających warunki żerowania, które mogą być zastosowane w najmłodszych drzewostanach. W zabiegach hodowlanych prowadzonych w uprawach (tzw. czyszczenia wczesne) przy korygowaniu składu gatunkowego należy dbać o to, aby nie zmniejszać udziału gatunków liściastych oraz pozostawiać w drzewostanie domieszki biocenotyczne. W młodnikach (a także w drzewostanach starszych) zalecane jest wykonanie szlaków technologicznych, szczególnie jeśli planowane jest wykonywanie przyszłych zabiegów w sposób zmechanizowany. Szlaki technologiczne umożliwiają dostanie się do wnętrza drzewostanu wielu gatunkom nietoperzy, szczególnie mopków i innych gatunków żerujących na obrzeżach drzewostanu (Adams i in., 2009; Morris i in., 2010; Lesiński i in., 2011; Sieprawski i in., 2018).

Drzewostany średniowiekowe mogą mieć różną budowę i skład gatunkowy w zależności od rodzaju siedliska i przyjętego sposobu zagospodarowania. Zwykle charakteryzują się stosunkowo dużym zagęszczeniem drzew, co powoduje, że



Ryc. 33. Uprawy leśne położone wewnątrz kompleksu leśnego tworzą dodatkowe miejsca żerowania dla mopków zachodnich na brzegach otaczających je drzewostanów (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 33. Second-growth plots inside a forest create additional foraging sites for Barbastelles on the edges of the surrounding stands (photo: Andrzej Węgiel)

mopki nie mogą żerować we wnętrzu drzewostanu, a jedynie na jego obrzeżach oraz ponad koronami drzew (Russo i in., 2007; Kortmann i in., 2018). Drzewostany w tych fazach rozwojowych poddawane są zabiegowi pielęgnacyjnemu zwanemu trzebieżą, której głównym celem jest poprawa jakości drzewostanu, ale też redukcja zagęszczenia drzew. Generalnie trzebieże sprzyjają wielu gatunkom nietoperzy, gdyż udostępniają dla nich wnętrze zbyt przegęszczanego drzewostanu (Humes i in., 1999; Patriquin i Barclay, 2003; Sieprawski i in., 2018; Loeb, 2020). W wielu sytuacjach trzebieże także mogą pozytywnie oddziaływać na mopki (Ancillotto i in., 2015; Russo i in., 2016; Carr i in., 2020). Należy jednak mieć na uwadze, że trzebieże mogą działać dwukierunkowo. Z jednej strony redukują zagęszczenie drzew i udostępniają wielu gatunkom nietoperzy wnętrze drzewostanu, z drugiej jednak zmniejszając liczbę drzew, ograniczają bazę żerową dla liściożernych gąsienic, których postacie dorosłe są pokarmem mopków. Ponadto ograniczają proces naturalnego zamierania drzew (przez ich



wcześniejsze usuwanie), co może zmniejszyć tempo powstawania naturalnych schronień dla mopków, które najczęściej tworzą się w martwych drzewach stojących (ryc. 34). Przy trzebieżach mogą być usuwane drzewa uszkodzone (z pęknięciami pnia lub odstającą korą), co bezpośrednio zmniejsza liczbę schronień dostępnych dla tych nietoperzy (Russo i in., 2004; Hillen i in., 2010). Wprawdzie żerowiska mopków nie muszą znajdować się w tych samych drzewostanach co ich schronienia, ale potrzeba dłuższych przelotów między tymi miejscami



Ryc. 34. Obecność w drzewostanie stojących drzew martwych i zamierających zwiększa szansę na znalezienie przez nietoperze schronień blisko miejsc żerowania (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 34. The presence of standing dead and dying trees in a forest stand increases the chance that bats find suitable roosts close to foraging sites (photo: Andrzej Węgiel)

zwiększa wydatki energetyczne nietoperzy na żerowanie. Może to być szczególnie trudne dla samic w okresie laktacji, które starają się żerować jak najbliżej miejsc rozrodu (Russo i in., 2005; Ancillotto i in., 2014; Gottwald i in., 2017). Dlatego dobrym rozwiązaniem może być stosowanie trzebieży pozytywnych (wyznaczanie drzew docelowych i usuwanie przede wszystkim drzew, które z nimi konkurują, niezależnie od ich jakości). Trzebieże pozytywne pozwalają na pozostawianie w drzewostanie drzew uszkodzonych, martwych i zamierających, jeśli nie przeszkadzają we wzroście wyznaczonym drzewom docelowym (Carr i in., 2018, 2020). Dla drzew o nadmiernie rozbudowanej koronie (tzw. rozpieńce) można stosować zabieg obrączkowania, który powoduje ich powolne zamieranie. Działania przyczyniające się do zwiększenia w drzewostanie udziału stojących drzew martwych i zamierających przyspieszają powstawanie naturalnych schronień dla nietoperzy (Russo i in., 2004, 2010; Dietz i in., 2018).

Drzewostany dojrzałe, najstarsze fazy rozwojowe lasu, stwarzają mopkom najlepsze warunki do żerowania (Rydell i in., 1996; Gottfried i in., 2015; Russo i in., 2015). Wiele zależy jednak od ich zróżnicowania i struktury przestrzennej, a na to z kolei mają wpływ siedlisko i przyjęte sposoby użytkowania. Najbardziej zunifikowaną budowę mają drzewostany jednogatunkowe (zwykle iglaste), użytkowane za pomocą rębni zupełnych. Jednolita, dość gęsta warstwa koron w takich drzewostanach powoduje, że mopki mogą żerować poniżej lub powyżej nich lub na obrzeżach drzewostanu. Powstające przerzedzenia i niewielkie luki, na przykład w wyniku działania wiatru lub żeru owadów sprawiają, że staje się on dogodniejszym miejscem żerowania dla nietoperzy (Kortmann i in., 2018; Rachwald i in., 2022). W celu poprawy jakości żerowisk dla mopków w monokulturach o wyrównanej powierzchni koron drzew można rozważyć sztuczne wykonanie przerzedzeń i niewielkich luk.

Drzewostany użytkowane rębiami złożonymi, rosnące na żyzniejszych siedliskach, charakteryzują się bardziej zróżnicowaną przestrzennie warstwą koron. Jeżeli siedlisko i skład gatunkowy drzewostanu na to pozwalają, stosowane w takich drzewostanach rębnie częściowe lub stopniowe z długim okresem odnowienia są dla mopków zdecydowanie korzystniejsze. Także podnoszenie wieku rębności wpływa na większe zróżnicowanie struktury koron oraz tworzenie naturalnych kryjówek dla nietoperzy (Sierro, 1999; Pereira i in., 2016; Gottwald i in., 2017). Bardzo korzystnym rozwiązaniem dla tych ssaków jest pozostawienie w drzewostanie grup drzew bez użytkowania (najlepiej do ich naturalnego rozpadu). Takie rozwiązanie zarówno polepsza jakość żerowiska nietoperzy, jak i służy powstawaniu nowych schronień dla tych zwierząt (Russo i in., 2010; Carr i in., 2020).

Kolejnym aspektem jest obecność podszytowych warstw drzewostanu. Drzewa i krzewy w dolnych warstwach drzewostanu pełnią ważną rolę pielęgnacyjną dla drzew o charakterze produkcyjnym; zwiększają także bazę żerową dla liściożernych gąsienic motyli, będących podstawowym pożywieniem mopków



(Sierro, 1999, 2003; Müller i in., 2012). Jednak nadmierne zagęszczenie podszytu sprawia, że wnętrze drzewostanu staje się niedostępne dla żerujących mopków (Carr i in., 2020). Najlepszym rozwiązaniem wydaje się utrzymywanie gęstego podszytu na części powierzchni drzewostanu naprzemiennie z otwartymi przestrzeniami pod koronami drzew. Takie zróżnicowanie warstwy podszytowej dodatkowo upodabnia strukturę drzewostanu do tej charakterystycznej dla lasów naturalnych.

Drzewostany o budowie przerębowej mają strukturę najbardziej zbliżoną do lasów naturalnych (ryc. 35). Są to drzewostany rosnące zwykle na najżyźniejszych siedliskach, które nie mają określonego wieku, ale tworzone są przez drzewa we wszystkich fazach rozwojowych. Ich użytkowanie rębne ma charakter jednostkowy (wycinane są najczęściej pojedyncze drzewa), realizowane jest w stosunkowo krótkich odstępach czasu (na przykład co 10 lat) przez cały okres. W miejscach wyciętych drzew tworzą się niewielkie luki, w których w wyniku odnowienia naturalnego pojawiają się siewki, przechodzące następnie kolejne fazy rozwojowe drzew. Taki typ użytkowania naśladuje naturalne procesy zachodzące w lesie. Powstaje w ten sposób drzewostan o bardzo zróżnicowanej (w pionie



Ryc. 35. Drzewostany przerębowe składają się z drzew we wszystkich stadiach rozwojowych (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 35. All-aged forest stands consist of trees in all growth stages (photo: Andrzej Węgiel)

i poziomie) strukturze koron, co tworzy znakomite warunki do żerowania dla wielu gatunków nietoperzy, w tym dla mopków (Zeale i in., 2012; Russo i in., 2020; Froidevaux i in., 2021). Przy prowadzeniu cięć w drzewostanach o budowie przerębowej nie należy usuwać drzew martwych i zamierających, w których z czasem powstają schronienia dla nietoperzy.

Istotne jest także planowanie działań na poziomie całego kompleksu leśnego, obejmującego drzewostany w różnych fazach rozwojowych, często tworzone przez różne gatunki drzew, różniące się sposobem gospodarowania. Takie planowanie realizowane jest przede wszystkim na etapie tworzenia planów urządzenia lasu na terenach Lasów Państwowych lub uproszczonych planów urządzenia lasu na terenach lasów będących własnością innych podmiotów.

Przy planowaniu składów gatunkowych upraw leśnych należy stosować zasadę możliwie dużej różnorodności gatunkowej przyszłych drzewostanów (stosownie do siedliska), uwzględniając szerokie spektrum gatunków domieszkowych. Ważny jest także możliwie duży udział gatunków liściastych, które zapewniają lepsze warunki żerowiskowe dla mopków, gdyż są preferowane przez większą liczbę gatunków owadów (Sierro, 1999; Toffoli i Cucco, 2020; Rachwald i in., 2022). Wprawdzie drzewostany iglaste też mogą być atrakcyjne dla tych nietoperzy (Sierro, 1999; Kortmann i in., 2018), może to być jednak związane z większą dostępnością wnętrza lasu, na przykład w starszych drzewostanach sosnowych. Nie dotyczy to jednak drzewostanów iglastych rosnących na ubogich siedliskach o bardzo uproszczonej strukturze, których mopki wyraźnie unikają (Sierro, 2003).

Kolejnym ważnym aspektem wpływającym na jakość żerowisk mopków na poziomie całego kompleksu leśnego jest zróżnicowanie struktury wiekowej i przestrzennej drzewostanów (Russo i in., 2010, 2016). Największe możliwości kształtowania takiej struktury można uzyskać przy planowaniu użytkowania rębного (określając terminy i rodzaje rębni dla poszczególnych drzewostanów). Dla mopków ważna jest stała dostępność dojrzałych drzewostanów (które powinny stanowić możliwie duży udział). Planowanie długoterminowe powinno uwzględnić zastępowalność starych drzewostanów podlegających użytkowaniu rębному. Wszędzie, gdzie jest to uzasadnione, należy planować rębnie złożone (ryc. 36) z długim okresem odnowienia. Natomiast tam, gdzie większe uzasadnienie mają rębnie zupełne, należy stosować jak najmniejsze powierzchnie zrębów lub wprowadzać zręby gniazdowe. Można też zaplanować bardziej urozmaiconą linię brzegową. Elementem zwiększającym zróżnicowanie przestrzenne lasu jest także obecność w drzewostanach niewielkich otwartych przestrzeni, takich jak luki, polany czy nawet drogi leśne i szlaki technologiczne. W takich przestrzeniach koncentrują się owady, stanowiąc miejsca żerowania wielu gatunków nietoperzy, w tym mopków (Rachwald i in., 2022).

Bardzo istotna dla ochrony mopków jest obecność wyłączonych z użytkowania fragmentów lasu (Tillon i in., 2018; Carr i in., 2020; Russo i in., 2020). Mogą



Ryc. 36. Użytkowanie lasu za pomocą rębni złożonych powoduje powstawanie drzewostanów o urozmaiconej strukturze przestrzennej, co sprzyja żerowaniu mopek zachodnich (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 36. Forest exploitation using polycycling harvesting system results in forest stands with a varied spatial structure, which is beneficial for the foraging of Barbastelle bats (photo: Grzegorz Gaczyński)

to być całe drzewostany lub nawet niewielkie gniazda wewnątrz nich. Takie nieużytkowane „wyspy” zwiększają możliwości żerowania mopek nie tylko na ich obszarach, ale także w otaczających je suboptymalnych środowiskach leśnych, a nawet nieleśnych, znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie lasów (Russo i in., 2010; Ancillotto i in., 2022). Kolejnym ważnym aspektem jest obecność na żerowiskach śródleśnych oczek wodnych i cieków. Pełnią one podwójną rolę – z jednej strony są wodopojem dla nietoperzy i wielu innych zwierząt, z drugiej zwiększają różnorodność i liczebność owadów, stanowiących pokarm nietoperzy. Najlepiej, gdy mają one naturalny charakter, to znaczy urozmaiconą linię brzegową porośniętą roślinnością, z drzewami częściowo osłaniającymi swoimi koronami taflę wody. Wilgotne fragmenty lasów i tereny podmokłe, nie tylko w otoczeniu zbiorników wodnych i cieków, także zwiększają liczebność owadów, którymi żywią się mopeki (Hillen i in., 2011; Zeale i in., 2012; Gottwald i in., 2017).

Ponadto ważnym aspektem ochrony żerowisk mopek, podobnie jak innych gatunków nietoperzy, jest minimalizacja stosowania chemicznych środków ochrony

roślin, które mogą wpływać na zmniejszenie liczebności owadów dostępnych dla nietoperzy. Należy utrzymywać nieopryskiwany obszar pól, które położone są przy lesie czy przy zbiornikach wodnych, a oprysk na pozostałej powierzchni można stosować w dni bezwietrzne.

7.1.3. Plantacje drzew

Sposób prowadzenia plantacji drzew szybkorosnących (ryc. 37), mimo że dotyczy one gatunków drzewiastych, bardziej przypomina intensywne uprawy rolne niż leśne. Ich celem jest bardzo intensywna produkcja drewna. Są to zwykle monokultury obcych gatunków drzew prowadzone w bardzo schematycznych układach, z zastosowaniem krótkich cykli produkcyjnych. Takie uprawy charakteryzują się uproszczoną strukturą i niewielką różnorodnością biologiczną. Plantacje drzew generalnie nie stwarzają dogodnych warunków żerowania dla mopek (Russo i in., 2004, 2007).

W Polsce plantacje drzew szybkorosnących są jeszcze mało popularne, ale duże zapotrzebowanie na odnawialne źródła energii (biomasa drzewna) oraz rosnąca presja na obejmowanie ochroną istniejących lasów powodują coraz większe zainteresowanie tą formą uprawy drzew. W naszym kraju są to głównie plantacje topoli i wierzby oraz zdobywające coraz większą popularność plantacje paulowni (tzw. drzewa tlenowe). Mogą one być prowadzone w luźnych więźbach (małym zagęszczeniu drzew) i stosunkowo długich cyklach produkcyjnych z nastawieniem na produkcję sortymentów drzewnych (zwykle 25–40 lat) lub w gęstej więźbie i krótkich cyklach produkcyjnych w celu produkcji biomasy (1–5 lat).

Niektóre badania wskazują, że wbrew oczekiwaniom intensywnie użytkowane plantacje drzew stanowią miejsce żerowania wielu gatunków nietoperzy (Rodríguez-San Pedro i Simonetti, 2013; Charbonnier i in., 2014; Kirkpatrick i in., 2017). W Polsce takie badania nie były wykonywane, ale można oczekiwać, że mopek, który jest gatunkiem dosyć plastycznym (Zeale i in., 2012), może żerować także na plantacjach, jeżeli będą znajdowały się w sąsiedztwie lasów (Russo i in., 2010).

Sposób użytkowania plantacji drzew jest podporządkowany intensywnej produkcji drewna i daje niewielkie możliwości modyfikacji metod gospodarowania w celu poprawy warunków żerującym nietoperzom. Elementem sprzyjającym może być stosunkowo gęsta sieć dróg, zwiększająca dostępność środowiska (Adams i in., 2009) oraz położenie w sąsiedztwie lasów (Ancillotto i in., 2015). Dla zwiększenia atrakcyjności plantacji drzew dla nietoperzy i innych zwierząt warto rozważyć wprowadzenie tam tak zwanych wysp bioróżnorodności w postaci zadrzewień lub zakrzaczeń czy pasów zieleni złożonych z wielu gatunków drzew i krzewów.



Ryc. 37. Nowo założona plantacja topolowa (fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 37. Newly created poplar plantation (photo: Andrzej Węgiel)

7.2. Utrzymanie tras migracji

Mopki przemieszczają się zarówno w cyklu dobowym, przelatując ze schronień dziennych do miejsc żerowania i pomiędzy żerowiskami w pofragmentowanym środowisku, jak i w cyklu sezonowym, migrując między schronieniami letnimi a miejscami odbywania godów i zimowiskami.

Szczególnie ważne jest zapewnienie mopkom możliwości dogodnego dolotu i powrotu ze schronień dziennych na żerowiska. Od tego, ile czasu każdej nocy nietoperze muszą przeznaczać na przeloty, może zależeć przetrwanie ich populacji na danym obszarze (Greenaway, 2005; Russo i in., 2020). Szczególnie istotne jest to w okresie rozrodczym, kiedy noce są najkrótsze, a zapotrzebowanie na pokarm – największe (Russo i in., 2007). Trasy wykorzystywane przez mopki do przelotów na żerowiska zależą przede wszystkim od środowiska. W rozległych kompleksach leśnych o dużym udziale starych drzewostanów, schronienia i żerowiska mogą być położone w niewielkich odległościach od siebie, a przeloty między nimi odbywają się w obrębie lasu. Znakomitym przykładem takiego miejsca jest Puszcza Białowieska (Dietz i in. 2018; Rachwald i in. 2021). W środowiskach silnie przekształconych i pofragmentowanych nietoperze muszą przelatywać przez obszary nieleśne między poszczególnymi fragmentami lasów, często pokonując przy tym znaczne odległości (Zeale i in., 2012; Apoznański i in., 2021).

Mopki w obrębie lasów przemieszczają się, korzystając z przestrzeni pod koronami drzew i wzdłuż obrzeży drzewostanów. Wtedy przeloty mogą być połączone z żerowaniem. Korzystają też z leśnych dróg, szczególnie podczas szybkich przelotów bez żerowania (Greenaway, 2005; Zeale i in., 2012). Przeloty w obrębie lasów zwykle nie stanowią problemu dla mopek, gdyż w lasach o charakterze naturalnym dobrze sobie radzą, a lasy gospodarcze w naszym kraju charakteryzują się gęstą siecią dróg i linii podziału przestrzennego, które znakomicie sprawdzają się jako trasy przelotów. W związku z tym na obszarach leśnych zwykle nie ma potrzeby wykonywania specjalnych działań kształtujących trasy przelotów dla mopek.

Zupełnie inaczej sytuacja wygląda na terenach nieleśnych. Jeżeli mopki muszą przez nie przelatywać w drodze na żerowiska lub pomiędzy żerowiskami, korzystają ze specjalnych korytarzy migracyjnych, unikając otwartej przestrzeni (Sierro, 1999). Najczęściej przemieszczają się wzdłuż liniowych elementów krajobrazu, takich jak brzegi lasów i zadrzewień, szpalery drzew, żywopłoty, zarośnięte brzegi rowów i cieków (Hillen i in., 2010; 2011; Zeale i in., 2012). Zachowanie ciągów roślinności wzdłuż korytarzy migracyjnych jest kluczowe dla zapewnienia mopkom możliwości bezpiecznego przelotu na żerowiska (ryc. 38). Polega to na



Ryc. 38. Liniowe elementy krajobrazu umożliwiają przemieszczanie się mopkom zachodnich między odpowiednimi siedliskami (fot. Krzysztof Konieczny)

Fig. 38. Linear landscape elements allow Barbastelles to move between appropriate habitats (photo: Krzysztof Konieczny)



ochronie istniejących zadrzewień i żywopłotów, tworzeniu nowych oraz w miarę potrzeby uzupełnianiu luk i nieciągłości. W praktyce zadanie to bywa jednak trudne do zrealizowania, gdyż takie korytarze często przebiegają przez tereny należące do różnych właścicieli, z którymi trzeba uzgadniać wszelkie działania.

Migracje sezonowe mogą odbywać się nawet na dystansie kilkudziesięciu lub więcej kilometrów, a konkretne trasy przelotów zwykle nie są znane. Dlatego trudno planować konkretne działania dla poszczególnych tras przelotów. Można natomiast stosować ogólne zasady zarządzania środowiskiem na poziomie krajobrazu, służące wielu gatunkom zwierząt wędrownych. Przelotom mopsów sprzyja przede wszystkim mozaikowate środowisko z dużym udziałem lasów i zadrzewień oraz liniowych elementów krajobrazu, takich jak przydrożne aleje, pasma śródpolne, żywopłoty i ciągi roślinności wzdłuż rzek i potoków (ryc. 39). Niektóre trasy migracyjne można zlokalizować w otoczeniu znanych zimowisk



Ryc. 39. Rzeka uregulowana i pozbawiona roślinności przestaje pełnić funkcję korytarza migracyjnego (a – fot. Tomasz Gottfried), natomiast zachowanie roślinność na brzegach rzek sprzyja migracji nietoperzy (b – fot. Andrzej Węgiel)

Fig. 39. A regulated river devoid of higher vegetation ceases to function as a migration corridor (a – photo by Tomasz Gottfried). Preserving shrubs and trees on river banks is beneficial for bat migration (b – photo: Andrzej Węgiel)



Ryc. 40. Nieciągłości w korytarzu migracyjnym można uzupełnić nowymi nasadzeniami drzew i krzewów (fot. Grzegorz Gaczyński)

Fig. 40. The gaps in a commuting corridor can be filled with newly planted trees and shrubs (photo: Grzegorz Gaczyński)

nietoperzy. W takich miejscach można na podstawie struktury środowiska wytypować potencjalne korytarze migracyjne i zadbać o ich spójność (ryc. 40). Możliwość przemieszczania się nietoperzy na większe dystanse jest ważna, gdyż ogranicza ryzyko powstawania małych izolowanych populacji (Russo i in., 2010; 2020; Zeale i in., 2012).

7.3. Zapewnienie miejsc rozrodu

7.3.1. Schronienia naturalne w drzewach

Dostępność naturalnych schronień jest kluczowa dla zapewnienia warunków bytowania mopkom. Ponad 80% kolonii rozrodczych tego gatunku w Europie została znaleziona w drzewach (Apoznański i in. 2021). Jako schronienia naturalne mopki wykorzystują przede wszystkim przestrzenie pod odstającą korą oraz inne szczeliny w pniach drzew (Russo i in., 2004; Hillen i in., 2010; Dietz



i in., 2018). Najwięcej tego typu kryjówek powstaje w stojących martwych drzewach (Russo i in., 2004; 2015; Carr i in., 2018). Dlatego istotne jest zapewnienie odpowiedniego udziału takich drzew na obszarach występowania mopków, aby umożliwić im znalezienie wystarczającej liczby dogodnych schronień (Russo i in., 2016, 2020; Tillon i in., 2018). Natomiast tworzenie sztucznych schronień zastępczych, takich jak budki dla nietoperzy, konieczne jest przede wszystkim w miejscach, gdzie dostępność naturalnych kryjówek jest niewystarczająca (Mering i Chambers, 2014; Russo i in., 2016).

Ze względu na to, że mopki często przemieszczają się między schronieniami (Russo i in., 2005; Carr i in., 2018) oraz niską trwałość preferowanych przez nie kryjówek (duże ryzyko odpadnięcia zajmowanego przez nie płatu kory) (Hillen i in., 2010; Russo i in., 2017), nietoperze te potrzebują większej liczby drzew zapewniających im schronienia. Najlepiej, gdy są to grupy martwych drzew zlokalizowane w odległości do kilkuset metrów od siebie (Russo i in., 2005; 2016; Gottfried i in., 2015). Wprawdzie schronienia mopków znajdowane są też w żywych drzewach (Russo i in., 2010), jednak najwięcej dogodnych kryjówek tworzy się w martwych drzewach stojących (Russo i in., 2004; 2017; Carr i in., 2018). Leżące kłody martwego drewna, mimo że są ważne dla wielu innych organizmów, nie mają większego znaczenia dla mopków (Russo i in., 2010; Tillon i in., 2018). Najbardziej sprzyjającymi dla tworzenia się kryjówek dla tych nietoperzy są duże i stare drzewa liściaste (Sierro, 1999; Russo i in., 2004), głównie dęby i buki (Hillen i in., 2010; Zeale i in., 2012; Russo i in., 2020), ale mopki korzystają też z obumarłych świerków, licznie występujących w miejscach gradacji korników (Kortmann i in., 2018; Rachwald i in., 2022).

Problem z dostępnością odpowiednich kryjówek dotyczy przede wszystkim lasów gospodarczych (Russo i in., 2010; Carr i in., 2020), których użytkowanie ogranicza lub eliminuje naturalne procesy zamierania drzew. Działania ochronne powinny być tam ukierunkowane na pozostawianie martwych drzew (Russo i in., 2020), sprzyjanie powstawaniu nowych (najlepiej w grupach) oraz na zapewnienie ich ciągłego powstawania w przyszłości (Russo i in., 2010; Carr i in., 2018).

W ramach cięć pielęgnacyjnych w starszych drzewostanach rekomendowane jest prowadzenie trzebieży pozytywnych (Carr i in., 2018). Przy wyznaczaniu drzew do usunięcia niektóre z nich można pozostawić jako tak zwane drzewa ekologiczne, w których z czasem będą tworzyły się schronienia dla nietoperzy. W szczególności powinny to być drzewa martwe i zamierające. W przypadku niewystarczającej liczby takich drzew mogą to być także drzewa żywe. W celu przyspieszenia procesu ich zamierania i powstawania schronień dla nietoperzy można rozważyć ich obrączkowanie (wycięcie w korze i łyku paska wokół pnia) lub odcięcie całej korony drzewa przy użyciu harwestera (Lewis, 1998; Arnett i in., 2010; Griffiths i in., 2017).

W ramach cięć rębnych warto pozostawić nieużytkowane fragmenty drzewostanu, w których z czasem pojawią się drzewa martwe, zapewniające kryjówki nietoperzom (Russo i in., 2010; Tillon i in., 2018; Carr i in., 2020). W przypadku braku drzew zamierających i martwych można przyspieszyć ich powstawanie przez obrączkowanie. Można także rozważyć szybsze tworzenie kryjówek przez nacinanie w pniach drzew odpowiednich szczelin (Moorman i in., 1999; Russo i in., 2010; Griffiths i in., 2017). Proces naturalnego tworzenia się kryjówek może przebiegać dosyć wolno. Na przykład w Szwecji w 100-letnich drzewostanach dębowych drzewa dziuplaste stanowiły tylko 1%, w 200–300-letnich było ich około połowy, a w ponad 400-letnich drzewostanach wszystkie drzewa były dziuplaste (Ranius i in., 2009).

Można też zadbać o odpowiednie kształtowanie otoczenia drzew, w których znajdują się schronienia mopków. W miarę potrzeby można w takich miejscach zmniejszyć zagęszczenie drzew, zwiększając dostęp słońca, co korzystnie wpływa na temperaturę wewnątrz schronień (Russo i in., 2004, 2007, 2017). Zbyt odsłonięte otoczenie zwiększa zagrożenie ze strony drapieżników, dlatego pozostawienie na zrębie pełnym pojedynczych drzew z kryjówkami mopków będzie nieskuteczne (Russo i in., 2015).

Żeby ograniczyć ryzyko przypadkowego zniszczenia kolonii rozrodczej, w miejscach, gdzie potwierdzony jest rozród mopka, należy ograniczyć wycinkę drzew w okresie porodów i wychowywania młodych. W okresie czerwiec–lipiec, a jeśli to możliwe również w sierpniu ograniczyć prace leśne związane z pozyskiwaniem drewna (Zeale i in., 2012; Russo i in., 2016; 2020).

7.3.2. Schronienia sztuczne

Na obszarach leśnych, na których nie występują duże powierzchnie starodrzewów zapewniających liczne kryjówki naturalne, wskazane jest zwiększenie liczby dostępnych schronień dla kolonii rozrodzych. Grupa samic z młodymi potrzebuje większych schronień niż żyjące zwykle pojedynczo samce. Tam, gdzie brakuje drzew z głębokimi spękaniem czy dużej liczby drzew zamierających z płatami odstającej kory, należy wieszać schronienia zastępcze, takie jak budki szczelinowe, imitujące kryjówki naturalne (ryc. 41, załącznik). Takie działania ochrony czynnej powinny być podejmowane przede wszystkim na obszarach, gdzie stwierdzono występowanie mopka, zwłaszcza w lasach gospodarczych oraz na obszarach Natura 2000, w których nietoperz ten stanowi przedmiot ochrony.

Budki szczelinowe są montowane w lasach w Polsce od 2014 roku, co pozwoliło przetestować to rozwiązanie i ocenić jego skuteczność. Na bazie zebranych doświadczeń wypracowano system rozwieszania budek szczelinowych zalecany



Ryc. 41. Budka szczelinowa dla kolonii rozrodzej mopka zachodniego opracowana na podstawie modelu stworzonego w Anglii (Greenaway i Hill, 2004) (fot. Iwona Gottfried)

Fig. 41. A crevice bat box suitable for a breeding colony of *Barbastelles* made on the basis of the design created in England by Greenaway and Hill (2004) (photo: Iwona Gottfried)

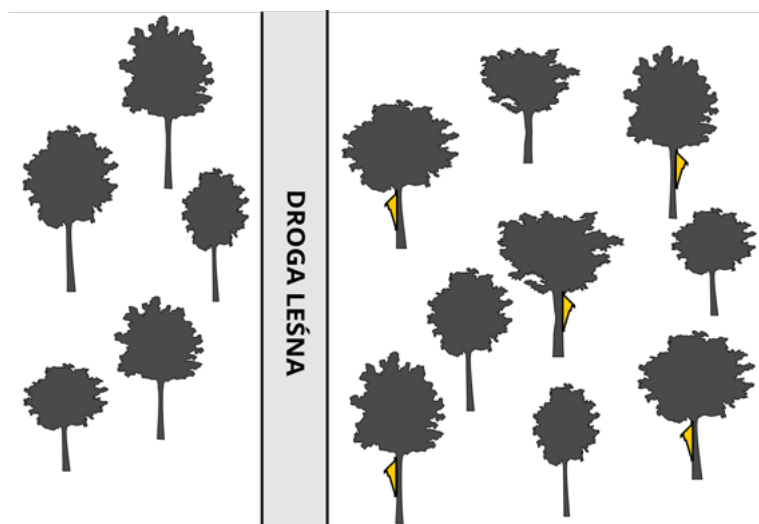
w czasie podejmowania działań ochrony czynnej, ukierunkowanych na poprawę stanu populacji mopków.

- Budki szczelinowe dla mopków powinno wieszać się we wnętrzu lasu (min. 500 m od skraju lasu), dlatego dobrze wybierać do takich działań większe obszary leśne.
- Budki powinno się wieszać w drzewostanach liściastych (lub mieszanych) w pobliżu fragmentów lasów, gdzie drzewostan ma 60–100 lat lub więcej. Nietoperze częściej polują lub szukają schronień w takich siedliskach, więc szybciej i łatwiej trafią na rozwieszone budki. Ponadto powieszenie budek w sąsiedztwie starych drzewostanów zapewni uczącym się latać i polować młodym mopkom obfite żerowiska w pobliżu schronienia. Ponadto w lasach gospodarczych, nawet w wydzieleniach oznaczonych jako starodrzew (drzewa w wieku 100–120 lat lub więcej), zwykle brakuje obumierających czy martwych drzew, w których mopki mogą znaleźć odpowiednie dla siebie kryjówki. Natomiast w lasach z bardzo dużą ilością starodrzewu, z obumierającymi i martwymi drzewami (np. Puszcza Białowieska) mopki mają dużo schronień naturalnych i nie ma potrzeby wieszania kryjówek sztucznych.
- Budki najlepiej wieszać w stosunkowo suchych fragmentach lasów. W pobliżu może przepływać strumień czy znajdować się zbiornik z wodą stojącą, jednak najlepiej zachować odległości 100 m lub więcej od cieków i zbiorników z wodą. Należy unikać wieszania budek w olsach czy na terenach, gdzie występują źródłiska. Mopki chętniej zasiedlają sztuczne kryjówki w suchych fragmentach lasów. Ponadto w takich miejscach budki nie wilgotnieją i nie pleśnieją w środku, więc posłużą dłużej.
- Budki powinno wieszać się w grupach. Jedna grupa powinna składać się z kilku schronień, najlepiej z 5 sztuk wiszących stosunkowo blisko siebie (co 10–50 m) (ryc. 42, 43). Wypłoszone przez drapieżnika nietoperze muszą mieć w pobliżu schronienie zastępcze, by szybko przelecieć i ukryć się w innej, pobliskiej kryjówce.
- Budki najlepiej powiesić na wysokości 4–5 m nad ziemią, by drapieżniki nie miały do nich łatwego dostępu i nietoperze były bezpieczne. Taka wysokość umieszczenia kryjówki umożliwi również łatwe jej kontrolowanie.
- Przestrzeń wokół budki nie może być zasłonięta. Dobrze, jeśli powyżej budki znajdują się gałęzie, ale nie powinny one nachodzić na budkę ani jej dotykać. Najlepiej powiesić budki w miejscu, gdzie podszyt jest ubogi, aby po kilku latach nie zaczął zasłaniać budki i utrudniać nietoperzom dolotu do kryjówki.
- Budki w jednej grupie najlepiej wieszać tak, by miały różną ekspozycję, tzn. były skierowane w różne kierunki świata (ryc. 43). Nietoperze lubią ciepłe kryjówki, które są ogrzewane przez słońce. Tak więc strona południowa i zachodnia są zwykle preferowane. Jednak w czasie upałów, gdy w kryjówce



Ryc. 42. Przykłady rozwieszenia budek szczelinowych dla mopków zachodnich (fot. Iwona i Tomasz Gottfried)

Fig. 42. Examples of Barbastelle bat boxes installed in a forest (photo: Iwona and Tomasz Gottfried)

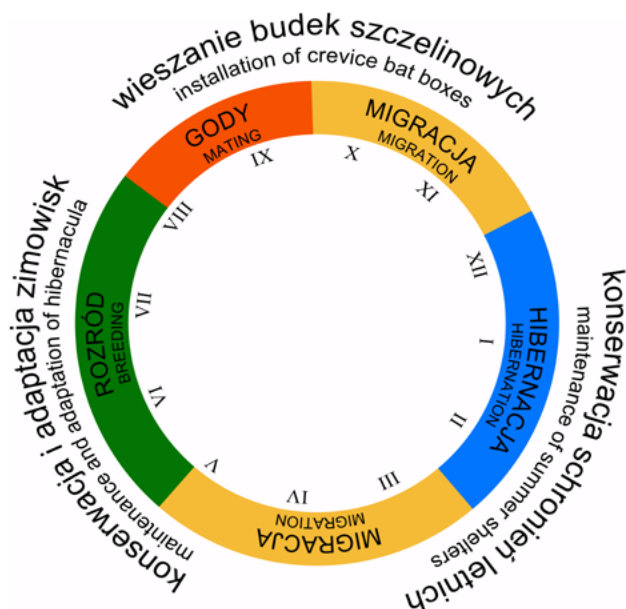


Ryc. 43. Rekomendowany sposób rozwieszenia budek szczelinowych dla mopsków zachodnich w jednej grupie

Fig. 43. Recommended arrangement of Barbastelle bat boxes within a group

robi się zbyt gorąco, przenoszą się do schronień ocienionych lub zlokalizowanych po północnej lub wschodniej stronie pnia.

- Lokalizacje budek należy ustalić z właściwym zarządcą (nadleśnictwem) lub właścicielem lasu, tak by przez min. 10 lat w oddziałach, w których zostaną powieszone, nie prowadzono żadnych prac.
- Budki szczelinowe mają otwartą konstrukcję, dzięki czemu nie gromadzi się w nich guano, jak w innych typach schronień. Nie spotkano się też z budową gniazd przez błonkówki (osy czy szerszenie). Jednak w niektórych lasach obserwuje się liczne pojawy bezkręgowców (pająków lub gąsienic motyli), które potrafią zabudować szczeliny pajęczynami czy kokonami. Również ptaki lub gryzonie mogą nanieść do budki materiał, który utrudnia nietoperzom wykorzystanie kryjówek. Dobrze jest więc wykonać przegląd budek pod koniec zimy i usunąć zbędny materiał (ryc. 44).
- Należy też regularnie sprawdzać mocowanie budek. W przypadku montażu na gwoździe lub wkręty (należy stosować ocynkowane) drzewo przyrasta na grubość i z czasem gwoździe mogą przejść przez deskę, co spowoduje odpadnięcie budki. W przypadku stosowania taśm lub drutu wzrost drzewa może spowodować ich rozerwanie. Konieczne jest więc regularne ich luzowanie, a w miarę potrzeb wymienianie. Prace konserwacyjne trzeba wykonać w okresie, gdy ze schronień nie korzystają nietoperze (ryc. 44).



Ryc. 44. Roczny cykl aktywności mopek zachodnich oraz zalecane terminy prowadzenia działań ochronnych
 Fig. 44. Annual activity cycle of the Barbastelle and recommended time periods for conservation activities

Priorytetem powinna być ochrona mopka w lasach, gdzie należy podejmować działania ochronne, mające na celu poprawę stanu populacji tego gatunku nietoperza. Powinno się unikać sytuacji, które mogłyby zachęcać mopki do obierania kryjówek w budynkach, m.in. ze względu na późniejsze zagrożenia dla nietoperzy wynikające np. z niewłaściwie prowadzonych remontów. Jednak w rejonach, gdzie nie ma wystarczającej liczby naturalnych schronień w drzewach, kolonie mopek zajmują kryjówki w budynkach. Gdy stanowisko jest zagrożone zniszczeniem, w ramach działań kompensacyjnych można stworzyć sztuczne schronienia na budynkach znajdujących się w pobliżu. Działania takie należy podjąć przed rozpoczęciem prac budowlanych/remontu czy choćby montażu zewnętrznego oświetlenia (iluminacji) budynku, aby zapewnić trwałość stanowiska i umożliwić przystąpienie do rozrodu. Sztuczne kryjówki powinny imitować naturalne ukrycia i być zbliżone do kryjówek mopek w budynkach dotychczas opisanych z terenu Polski (Gottfried i in., 2017) czy zlokalizowanych na podstawie telemetrii w innych krajach (Kühnert i in., 2016). Tworzone schronienia powinny mieć charakter wąskiej szczeliny (2–3 cm), głębokiej na kilkanaście cm, znajdującej się na wysokości co najmniej 3 m nad ziemią (do 8 m). W obiektach



Ryc. 45. Nakładka na lampę kierująca światło na część budynku, która ma zostać oświetlona, co umożliwia pozostawienie zaciemnionej tej ściany budynku, gdzie znajduje się kryjówka nietoperzy. Tego typu nakładki montowane są już w Polsce w ramach projektu LIFE + Podkowiec Towers przez Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „pro Natura” w obiektach będących schronieniami nietoperzy (fot. Tomasz Gottfried)

Fig. 45. A mask restricting lamplight to the part of the building to be illuminated, shading the wall where the bat roost is located. Such masks are already being installed in Poland as part of the LIFE + Horseshoe Bat Towers project by the Polish Society Of Wildlife Friends „pro Natura” on lamps illuminating buildings with bat roosts (photo: Tomasz Gottfried)



antropogenicznych wykorzystywanych przez nietoperze termin remontu należy przesunąć poza okres obecności tych ssaków (nie prowadzić remontu w okresie od początku czerwca do połowy sierpnia). W przypadku podejrzenia wykorzystywania obiektu antropogenicznego przez mopki należy pamiętać o tym, że gatunek ten często zmienia swoje kryjówki, więc aby potwierdzić użytkowanie danego obiektu przez tego nietoperza, konieczne jest wykonanie kilku kontroli w danym sezonie, w tym w dniu rozpoczęcia prac budowlanych.

W przypadku schronień w obiektach antropogenicznych nie tylko remont, ale również zamontowanie sztucznego oświetlenia może spowodować opuszczenie stanowiska. Dlatego w przypadku znanych stanowisk należy zadbać o odpowiednie zaciemnienie lub stosowanie opraw lamp czy nakładek na lampy (ryc. 45), kierujących światło tak, by pozostawić zaciemnioną ścianę budynku, na której znajduje się kryjówka nietoperzy.

7.4. Ochrona miejsc odbywania godów

Większość działań związanych z ochroną zimowisk mopka (opisana w rozdziale 7.5) dotyczy także miejsc odbywania godów, gdyż obiekty podziemne często pełnią jednocześnie obie te funkcje. Skoncentrowanie działań ochronnych na zimowiskach jest tym bardziej zasadne, że miejsca odbywania godów przez mopki są słabo rozpoznane. Dlatego najlepiej otoczyć ochroną nie tylko znane zimowiska i miejsca rojenia, ale także wszystkie obiekty podziemne położone na obszarach występowania mopków, które potencjalnie mogą służyć jako miejsca odbywania godów. Należałoby także przeprowadzić inwentaryzację takich miejsc dla zapewnienia lepszej ich ochrony, szczególnie na obszarach Natura 2000, w których mopek jest przedmiotem ochrony.

Znane obiekty podziemne, będące miejscami odbywania godów przez mopki (często będące także ich zimowiskami), należy zabezpieczyć przed zmianami, które mogą prowadzić do ograniczenia lub utraty ich funkcjonalności. Można rozważyć objęcie ich ochroną prawną (np. jako pomniki przyrody, użytki ekologiczne czy w postaci ochrony strefowej) lub zaplanować odpowiednie działania w ramach sporządzania Planu Zadań Ochronnych dla obszaru Natura 2000. Istotne jest także, szczególnie jeżeli formalna ochrona nie jest możliwa, przekonanie właścicieli obiektów do potrzeby udostępnienia obiektów i ich ewentualnej adaptacji pod kątem potrzeb nietoperzy.

Wszelkie planowane remonty i zmiany sposobu użytkowania tych obiektów należy wykonywać w taki sposób, aby nie utraciły swojej funkcjonalności jako miejsce odbywania godów przez nietoperze. W szczególności dotyczy to zapewnienia nietoperzom możliwości wlotu do obiektu, zachowania przestrzeni

do odbywania lotów godowych we wnętrzu oraz zachowania niezmiennych warunków wilgotnościowych i termicznych (to szczególnie ważne, jeżeli obiekt pełni jednocześnie funkcję zimowiska). Prace adaptacyjne czy konserwacyjne należy wykonać w okresie, gdy ze schronień nie korzystają nietoperze (ryc. 44).

Obiekty podziemne, w których istnieje zagrożenie związane z niepokojeniem nietoperzy w okresie odbywania godów (przełom sierpnia i września, ryc. 44), należy odpowiednio zabezpieczyć. W zależności od tego, w jaki sposób są one wykorzystywane i czy niepokojenie jest związane z ruchem turystycznym, nieformalną eksploatacją czy działalnością gospodarczą, należy podjąć działania, które wyeliminują zagrożenie lub w jak największym stopniu je ograniczą.

Bezpośrednie otoczenie stanowiska godowego powinno być tak kształtowane, aby zapewniać mopkom bezpieczny dołot do obiektu. Najlepiej sprawdzają się szpalery złożone z drzew lub krzewów, zapewniające osłonę przed drapieżnikami. W uzgodnieniu z właścicielem terenu należy tak kształtować pokrycie wysoką roślinnością otoczenia obiektu, aby przylatujące nietoperze nie musiały przemieszczać się przez otwarte przestrzenie. Należy też zwrócić uwagę, aby otwory wlotowe nie były przysłonięte zbyt gęstą roślinnością, utrudniającą nietopierzom swobodny dostęp do obiektu.

7.5. Ochrona mopka w czasie zimy

Nie ma jednoznacznej odpowiedzi, jak ochronić wszystkie typy zimowisk mopka. Przed podjęciem jakichkolwiek decyzji należy dobrze poznać obiekt. Jeśli jest wykorzystywany przez mopki w okresie zimy, podjęte działania nie powinny wpłynąć na mikroklimat schronienia ani zniszczyć kryjówek, z których korzystają (np. szczelin). Niekiedy pozostawienie obiektu bez ingerencji sprzyja nietopierzom, na przykład gdy stan podziemia umożliwia utrzymanie stabilnej temperatury i wilgotności oraz zapewnia ciszę i spokój (np. w starych obiektach militarnych). Jednak w innego rodzaju schronieniach (np. piwnicy przydomowej) zaniechanie użytkowania może doprowadzić do niekorzystnych zmian wewnątrz obiektu. W zimowiskach nietoperzy, w których pogorszeniu ulegają warunki mikroklimatyczne, często możliwe jest zachowanie – przy stosunkowo małych nakładach – dobrych warunków sprzyjających hibernacji nietoperzy. Zazwyczaj pierwszym elementem, jaki ulega zniszczeniu, są drzwi (ryc. 30), a to pociąga za sobą wiele kolejnych zmian, które w efekcie powodują, że obiekt z czasem traci dogodne warunki do bytowania nietoperzy. W innych obiektach, zwykle położonych w pobliżu miejscowości lub w znanych turystycznie regionach, konieczne staje się zabezpieczenie wejścia do podziemia, by ograniczyć niekontrolowane wchodzenie do obiektu, które wiąże się z płoszeniem zimujących osobników (ryc. 46).



Ryc. 46. Jeśli obiekt nie był zamknięty (a), warto zabezpieczyć go kratą z poziomymi elementami (b), co ograniczy płoszenie zimujących osobników, zapewni utrzymanie ciągu powietrza, nie wpłynie na zmianę mikroklimatu podziemia, a zarazem umożliwi nietoperzom swobodny wlot. Zabezpieczony schron na terenie Nadleśnictwa Oława (fot. Tomasz Gottfried)

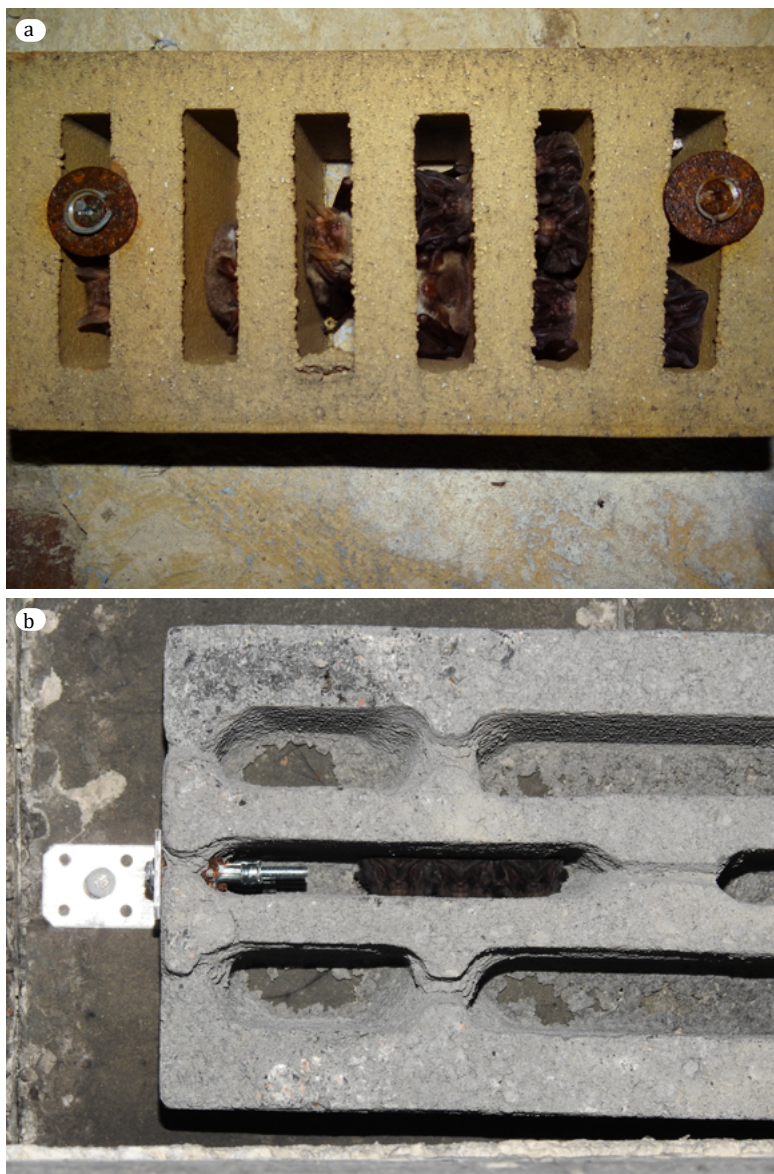
Fig. 46. Where the access to a winter bat roost is not restricted (a), it is worthwhile to close the entrance with a grille made of horizontal bars (b), which will limit human disturbance to hibernating animals without altering the airflow and micro-climate conditions inside and also without forming an obstacle to flying bats. A protected bunker in the Oława Forestry District (photo: Tomasz Gottfried)

Zdarzają się również sytuacje, gdy zagrożone zniszczeniem jest duże zimowisko nietoperzy i konieczne jest zdobycie znacznych środków finansowych, by zapobiec takiej sytuacji. Przykładem takich działań były prace przy zabezpieczaniu jednego z największych zimowisk nietoperzy, w tym mopków – Jaskini Szachownica. Część sal groziła zawaleniem, co spowodowałoby zmianę warunków panujących w obiekcie. Konieczne było wykonanie prac mających na celu wzmocnienie stropów: zamontowanie kotew, iniekcja stropu przy użyciu nietoksycznego kleju oraz wykonanie czterech filarów. Mimo że badania nietoperzy w jaskini były prowadzone już od wielu lat, całość prac była objęta monitoringiem chiropterologicznym, co pozwoliło prześledzić wpływ tych prac na poszczególne gatunki nietoperzy (Ignaczak i Postawa, 2017). Należy pamiętać o tym, by wszelkie konserwacje czy adaptacje podziemi wykonać w okresie, gdy ze schronień nie korzystają nietoperze (ryc. 44).

Kluczowa w czasie remontów czy adaptacji podziemi na zimowisko nietoperzy jest współpraca z właścicielami/administratorami wybranych obiektów. Przy okazji prac badawczych często zgłaszana jest chęć przystosowania na przykład piwnicy przydomowej dla tych zwierząt, ponieważ wzbudzają zainteresowanie oraz postrzegane są jako sprzymierzeńcy człowieka. Adaptacja takich, nawet niewielkich obiektów na zimowiska nietoperzy jest szczególnie ważna na obszarach nizinnych, gdzie praktycznie nie występują naturalne podziemia – jaskinie. Działania te mają też coraz większe znaczenie dla ochrony zimnolubnych gatunków nietoperzy, m.in. mopka, w kontekście ocieplenia klimatu (Gottfried i in., 2020).

Adaptacja niewielkich obiektów na potrzeby ochrony zwierząt często umożliwia zachowanie dotychczasowego sposobu ich użytkowania – z piwnic nadal można korzystać, przechowując w nich warzywa czy przetwory. Zmiany polegają m.in. na zamontowaniu w obiekcie niewielkich elementów zapewniających kryjówki, z których chętnie korzystają nietoperze. Dotychczas bardzo dobrze sprawdzają się podwieszone do sufitu cegły tzw. dziurawki (ryc. 47; Olszewski, 2022).

Dobre efekty – w postaci znacznie zwiększonej liczby zimujących osobników mopka – uzyskano m.in. w Parku Krajobrazowym Puszczy Rominckiej, gdzie po adaptacji piwnic liczba zimujących nietoperzy w niektórych obiektach wzrosła z kilku do około 280 osobników. Podobne działania podjęto w Kampinoskim Parku Narodowym, gdzie projekt zaadaptowania nieużytkowanych piwnic wolnostojących pochodzących z wykupów rozpoczął się wiosną 2010 r. Wytypowano wówczas 108 obiektów. Piwnice, z nielicznymi wyjątkami, nie miały drzwi, ściany były gładkie, a okienka odsłonięte; część była zaśmieccona. Ich kubatura wahała się od 10 do 36 m³. W każdej z nich zamontowano nowe drzwi wejściowe oraz tabliczkę informacyjną o projekcie. We wszystkich obiektach przytwierdzono po cztery sztuki cegieł dziurawek pod sufitem lub na ścianie (ryc. 48). W części z nich wstawiono haki potrzebne do zamontowania drzwi i wywieziono śmieci. W kolejnych latach, wraz z postępującym wykupem, adaptowano kolejne



Ryc. 47. Zamontowane w Kampinoskim Parku Narodowym cegły dziurawki w piwniczkach ziemnych (a) czy bloczki keramzytowe w bunkrze (b) (fot. Adam Olszewski) stwarzają nisze, które nietoperze chętnie wykorzystują jako kryjówki w czasie hibernacji

Fig. 47. In the Kampinos National Park, hollow bricks in root cellars (a) and LECA blocks in a bunker (b) (photo by Adam Olszewski) create recesses that bats readily use as winter roosts



Ryc. 48. Przykłady adaptacji piwnic do zimowania nietoperzy: (a) wymiana drzwi (Puszcza Romincka, fot. Grzegorz Błachowski), (b, c) zwiększenie liczby kryjówek (Nadleśnictwo Oleśnica Śląska, fot. Iwona Gottfried)

Fig. 48. Examples of the adaptation of root cellars for wintering bats: (a) door replacement (Rominty Forest, photo: Grzegorz Błachowski), (b, c) increasing the number of places to hide for the animals (Oleśnica Śląska Forest District, photo: Iwona Gottfried)



piwnice. Do sezonu zimowego 2021/2022 wyremontowano już 180 piwniczek. Do nowych ziemianek wstawiano po 6 cegieł dziurawek i zawieszano po jednej płachcie naściennej według autorskiego pomysłu (Olszewski, 2022). Dotychczas podczas zimowych kontroli stwierdzono tam 7 gatunków nietoperzy, w tym mopka. Z sezonu na sezon zasiedlenie piwniczek zwiększało się – z 26% do 96%. Wzrastała także średnia liczba osobników – z 0,5 do 5,8 na kontrolowany obiekt. Przełożyło się to na wzrost liczby zimujących nietoperzy – z 55 osobników zanotowanych w 108 zaadoptowanych piwnicach w pierwszym sezonie 2010/2011 do 1040 osobników w 180 piwnicach w sezonie 2021/2022 (Olszewski, 2006, 2009, 2011, 2019, 2022).

Działania związane z przystosowaniem obiektów do zimowania nietoperzy prowadzi się także na innych obszarach (m.in. w Parku Krajobrazowym Puszczy Knyszyńskiej, nadleśnictwach Oława i Oleśnica Śląska na Dolnym Śląsku). Niesie to ze sobą korzyści nie tylko przyrodnicze, ale także kulturowe – wspólne działania na rzecz nietoperzy zbliżają ludzi oraz dają wiele dodatkowych impulsów do działania w kwestii dbałości o środowisko naturalne.

Znaczna część dużych zimowisk to obiekty historyczne, które w ostatnich latach coraz częściej stają się atrakcjami turystycznymi, dlatego w takich miejscach konieczne jest ograniczenie ruchu turystycznego, który może powodować stałą presję i płoszenie nietoperzy. Pozytywne znaczenie mają działania edukacyjne oraz ustalenie odpowiednich zasad udostępniania. Najlepszym rozwiązaniem jest jednak wyłączenie z użytkowania podziemi wykorzystywanych przez nietoperze w okresie ich hibernacji (od października do kwietnia). Jeśli jest to niemożliwe, w okresie zimowym należy wyłączyć dla ruchu turystycznego przynajmniej te fragmenty obiektu, gdzie zimuje najwięcej nietoperzy. Przykładem może być Fort I Twierdzy Osowiec, który jest obiektem monitorowanym (obszar jednostki wojskowej) i można go zwiedzać tylko z licencjonowanym przewodnikiem. Podobnie w sztolniach w Złotym Stoku zwiedzanie odbywa się z przewodnikiem, a część korytarzy nie jest udostępniana do zwiedzania w okresie zimowym. Należy też pamiętać, że wszelkiego rodzaju prace remontowe czy konserwacyjne w takich obiektach, na przykład konserwacja krat, nie mogą być prowadzone w okresie zimowym (ryc. 44).

W przypadku gdy podziemie wykorzystywane przez nietoperze w czasie hibernacji musi zostać zniszczone, należy zapewnić kompensację szkód i w pobliżu stworzyć nowe zimowisko o podobnych warunkach mikroklimatycznych. Taka sytuacja miała miejsce między innymi w Żmigrodzie. Ponieważ niemożliwe było pozostawienie nietoperzom wykorzystywanych dotychczas pałacowych piwnic, gdzie hibernowało kilkadziesiąt mopków, stworzono w sąsiedztwie nowe zimowisko. Odtworzono warunki panujące w starym schronieniu i z czasem nietoperze przeniosły się do niego. Innym przykładem są piwnice klasztoru w Głębowicach, gdzie w wyniku remontu budynku i rozpoczęcia jego użytkowania temperatura

w piwnicach znacznie wzrosła, uniemożliwiając hibernację gatunkom zimno-lubnym, w tym kilkunastu mopkom. Również w tym przypadku nietoperzom zapewniono możliwość hibernacji w kryptach sąsiedniego kościoła. Zimowisko nietoperzy odtworzono również w Poznaniu.

Ważnym działaniem z zakresu ochrony czynnej nietoperzy jest też uwzględnienie znanych zimowisk w czasie tworzenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Powinny one uwzględniać zarówno samo stanowisko, jak i jego otoczenie. Dotyczy to zwłaszcza zachowania liniowych elementów struktury krajobrazu, umożliwiających nietoperzom bezpieczny dołot do stanowisk, zwłaszcza alei lub zadrzewień. Nie powinno się dopuszczać do odsłonięcia wlotów do podziemi, np. w wyniku usunięcia drzew. Trzeba również ograniczać zabudowę otoczenia zimowiska obiektami mogącymi wpływać na możliwość korzystania nietoperzy z podziemia czy utrudniającymi dotarcie do niego. Szczególnie istotne jest uwzględnianie położenia zimowiska względem planowanych inwestycji liniowych (zwłaszcza dróg) i farm wiatrowych, które mogą stanowić barierę ekologiczną czy wpływać na wzrost śmiertelności nietoperzy.

Duże znaczenie w ochronie mopka ma ograniczenie inwazyjnych badań w zimowiskach, zwłaszcza tych, w których koncentruje się wiele osobników. Ma to szczególne znaczenie w przypadku tego gatunku nietoperza, uznawanego za wrażliwego na niepokojenie, zwłaszcza w okresie zimowym (Russo i in., 2004). Dlatego w kluczowych dla zachowania populacji zimowiskach priorytetem powinna być ochrona hibernujących nietoperzy. W takich obiektach nie należy prowadzić inwazyjnych badań powodujących wybudzanie większej liczby osobników, zwłaszcza gdy hibernują one w dużych grupach – w tym obrączkowania osobników. W Czechach, gdzie prowadzono obrączkowanie mopków w zimowiskach, 50% osobników hibernujących w obiektach opuszczało schronienia i nie wracało do nich (Rydell i Bogdanowicz, 1997). W stanowiskach skupiających dużą liczbę osobników czy kluczowych w regionie powinno się również ograniczyć częstość kontroli w czasie hibernacji, gdyż mogą nadmiernie płoszyć zimujące mopki i zmniejszać ich szanse na przetrwanie zimy.

8. MONITORING LICZEBNOŚCI POPULACJI

8.1. Monitoring zimowy

Monitoring mopka zachodniego, podobnie jak innych gatunków nietoperzy, prowadzony jest od wielu lat przez chiropterologów w różnych krajach. Wieloletnie badania z zastosowaniem tej samej metodyki umożliwiają ocenę stanu populacji. Ze względu na skryty tryb życia, nocną aktywność i wynikające z tego utrudnienia w obserwacji nietoperzy w okresie aktywności (poza zimowiskami) nie mamy pełnego obrazu rozmieszczenia tego gatunku. Wiedza o wielkości populacji mopka oparta jest w dużej mierze na liczbie osobników notowanych w czasie zimy w obiektach podziemnych.

W Polsce od lat prowadzony jest monitoring zimujących nietoperzy w znanych hibernakulach, co pozwala wnioskować o wielkości populacji i zmianach liczebności gatunków zimujących w podziemiach, w tym mopka. Liczba osobników obserwowanych w zimowiskach ulega jednak dużym wahaniom z roku na rok i istotnie zależy od panującej przed liczeniem temperatury (Hejduk i Radzicki, 2003; Gottfried i in., 2020). W związku z postępującym ociepleniem klimatu, skutkującym coraz cieplejszymi zimami (wzrost średnich temperatur w miesiącach zimowych), mopek opuszcza swoje dotychczasowe zimowiska, zwłaszcza w zachodniej Polsce (Gottfried i in., 2020). Mimo to liczenie osobników hibernujących daje najdokładniejsze wyniki i jest obecnie najlepszą metodą oceny stanu populacji. W przypadku gatunków zimnolubnych (jak mopek) stan populacji powinien być jednak oceniany w skali przynajmniej kilku lat. Monitoring zimowy mopka prowadzony jest zgodnie z metodyką stosowaną od wielu lat przez chiropterologów w Europie, w tym w Polsce. Prowadzony jest również w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ). Szczegółowe wytyczne do prowadzenia monitoringu zimowego nietoperzy zestawiono w podręczniku metodycznym, udostępnionym na stronie internetowej GIOŚ (Ciechanowski i in., 2012).

8.2. Monitoring letni

8.2.1. Monitoring akustyczny

Ze względu na ocieplenie klimatu, coraz mocniej wpływające na liczebność zimnolubnych gatunków nietoperzy hibernujących w podziemiach, konieczne staje się opracowanie i wdrożenie nowych metod monitoringu ich populacji, m.in. monitoringu letniego. Należy ustandaryzować metody badań stosowane w okresie aktywności nietoperzy, przy czym największy potencjał ma tutaj monitoring akustyczny (rejestrowanie i analiza ultradźwięków nietoperzy) w lasach.

Obecnie na rynku dostępne są różne detektory ultradźwiękowe, co umożliwia stosowanie na szeroką skalę nieinwazyjnej metody badania nietoperzy opartej na rejestracji, a następnie analizie komputerowej dźwięków tych ssaków (tzw. monitoring akustyczny). Nietoperze przemieszczając się i żerując, używają echolokacji, a kontaktując się ze sobą osobniki stosują sygnały socjalne. Nagrywając głosy nietoperzy na transektach (na stałych, wyznaczonych trasach) przebiegających przez różne siedliska czy montując detektory lub stacjonarne rejestratory ultradźwięków w różnych siedliskach, możemy monitorować rozmieszczenie i aktywność poszczególnych gatunków lub grup gatunków, wyznaczać ich żerowiska, trasy przelotu czy stanowiska godowe. Monitoring nietoperzy za pomocą detektorów ultradźwięków jest już stosowany w niektórych krajach Europy (np. Bat Conservation Trust). W Polsce trwają prace nad ujednoliceniem metodyki i rozpoczęciem krajowego monitoringu nietoperzy. W badaniach wykonywanych dotychczas przez chiropterologów stosowany był zróżnicowany sprzęt i różne metody rejestracji, co utrudnia porównywanie uzyskanych wyników. W związku z tym konieczna jest standaryzacja i możliwie precyzyjne określenie wymagań sprzętowych do stosowania na wszystkich powierzchniach objętych monitoringiem.

Zalecany sprzęt

W monitoringu akustycznym nietoperzy należy stosować detektory z rejestratorami lub automatyczne rejestratory stacjonarne (ryc. 49) działające w systemie *full spectrum*, z możliwością ciągłego nagrywania i stosowania triggeringu (wzbudzenie ultradźwiękami powyżej 15 kHz), a także ustawienia rejestracji w zadanych godzinach (np. 21:00–5:00). Urządzenia powinny być wyposażone w filtr stały, górnoprzepustowy 15 kHz, z możliwością ustawienia częstotliwości próbkowania: 96 kHz, 192 kHz, 250 kHz lub 384 kHz. Mikrofony powinny być wodoodporne lub zabezpieczone dodatkową membraną wodoodporną. Pliki powinny zapisywać się na nośnikach pamięci w formacie bezstratnym WAV, 16-bit PCM, 1-kanalowe. Nazwa pliku powinna zawierać datę i czas utworzenia. Metadane pliku powinny obejmować temperaturę i napięcie zasilania podczas rejestracji.



Ryc. 49. Rejestrator LunaMoth podczas pracy w terenie. Jeden z modeli rejestratorów stacjonarnych, które mogą być stosowane w monitoringu akustycznym nietoperzy (fot. Katarzyna Thor, Błażej Wojtowicz)

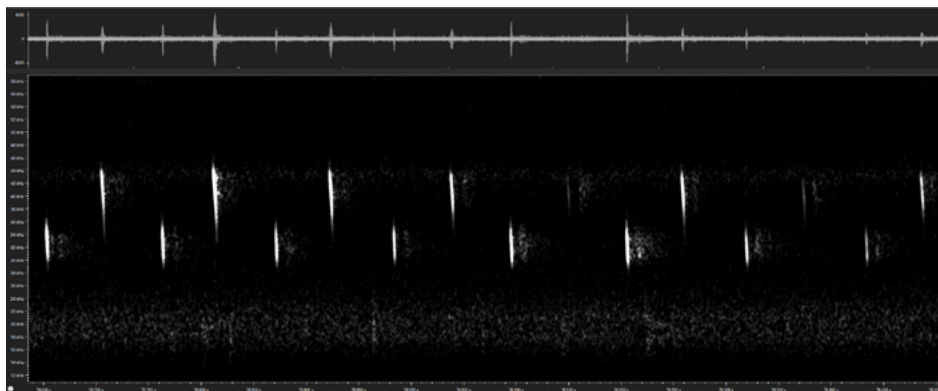
Fig. 49. A LunaMoth acoustic logger during field work. This is one of the recorders that can be used in acoustic monitoring of bats (photo: Katarzyna Thor, Błażej Wojtowicz)

Wybór miejsc, sposób rejestracji i analiza zebranego materiału

Monitoring akustyczny należy prowadzić na wytypowanych punktach (stałych) rozmieszczonych w różnych miejscach kompleksu leśnego. Detektory lub rejestratory stacjonarne powinny być zawieszone na drzewach na tej samej wysokości (zalecane 4–5 m nad poziomem gruntu), w sposób uniemożliwiający ich upadek nawet podczas silnych wiatrów. Najlepiej umieszczać je pod kątem 45° do potencjalnej trasy przelotu nietoperzy (drogi, ścieżki, przecinki itp.). Trzeba zwrócić uwagę, aby mikrofon nie był zasłonięty przez gałęzie i liście. Detektory powinny rejestrować aktywność nietoperzy przez kilka (np. 3–5) nocy, rozpoczynając 30 minut przed zachodem i kończąc o wschodzie słońca. Jeśli monitorować

chcemy populację osiadłą, to badania powinny być wykonywane w terminie pomiędzy 10 a 25 lipca, najpóźniej do 10 sierpnia. Monitoring w terminie marzec–maj czy po połowie sierpnia do października obejmie również populacje migrujące. Rejestrację głosów nietoperzy najlepiej prowadzić podczas ciepłych, bezwietrznych i bezdeszczowych nocy.

Zebrany materiał należy poddać analizie w specjalistycznym programie komputerowym, rozpoznać sygnały echolokacyjne mopków (ryc. 50) i przeliczyć ich aktywność w danym punkcie, podając średnią liczbę przelotów na godzinę. Zastosowanie urządzeń do rejestracji o takich samych lub zbliżonych parametrach, w tych samych miejscach w dłuższej perspektywie czasu, umożliwia porównywanie aktywności mopków w poszczególnych kompleksach leśnych. Mimo że mopek zachodni wydaje bardzo charakterystyczne dźwięki, analizę i oznaczanie zebranego materiału powinien przeprowadzić chiropterolog z odpowiednim doświadczeniem.



Ryc. 50. Spektrogram nagranych głosów echolokacyjnych mopka zachodniego. Widoczne są charakterystyczne dla gatunku dwa typy dźwięków wydawanych na przemian o częstotliwości około 33 kHz i 44 kHz

Fig. 50. Spectrograms of recorded *Barbastelle* echolocation calls. Two types of signals, typical of the species, are visible. The bat emits them alternatively at frequencies of about 33 kHz and 44 kHz

Monitoring aktywności mopka najlepiej prowadzić w tych samych miejscach (lub w bezpośrednim sąsiedztwie), w których prowadzone są odłowy nietoperzy. Jeśli odłowy nie są prowadzone, należy wytypować miejsca rozwieszenia detektorów w sposób analogiczny do wyznaczania miejsc odłowów. Jeżeli w danym kompleksie leśnym rozwieszone są budki szczelinowe dla mopka (rozdział 7.3.2), miejsce wywieszenia każdego rejestratora powinno być oddalone od najbliższej



grupy budek co najmniej o 200 m. Ma to na celu zmniejszenie wpływu aktywności nietoperzy w bezpośrednim sąsiedztwie potencjalnych kryjówek kolonii rozrodczych na uzyskane wyniki. Przy wyborze miejsc rozwieszenia rejestratorów ważne jest uwzględnienie planów cięć zapisanych w operatach urządzenia lasu. Ponieważ monitoring powinien być prowadzony przez wiele lat w tych samych miejscach, zalecane jest wyznaczenie drzew w wydzieleniach, które przez najbliższe 10 lat nie są planowane do wycięcia. Takie informacje można uzyskać z planu urządzenia lasu w nadleśnictwie lub z planu ochrony w parku narodowym. Miejsca wieszania powinny być skonsultowane i zatwierdzone przez zarządcę terenu.

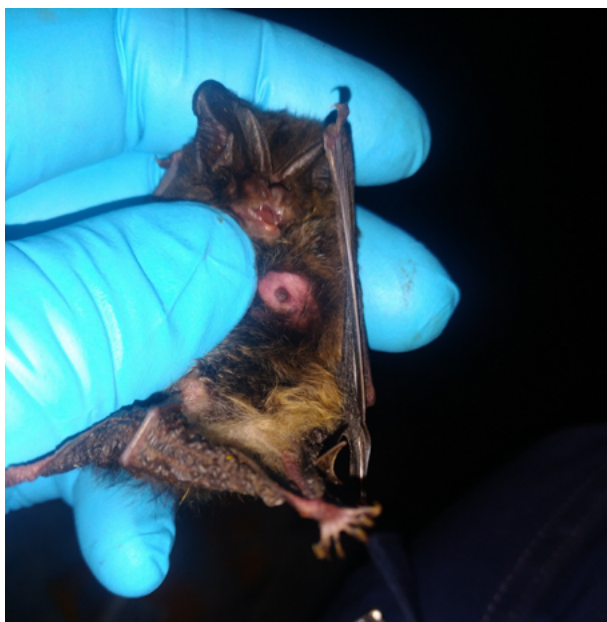
8.2.2. Kontrola budek

W kompleksach leśnych, w których wywieszone są budki (schrony/skrzynki) szczelinowe dla mopka, należy prowadzić monitoring ich zasiedlenia, sprawdzając je przynajmniej raz w roku. Kontrolę najlepiej przeprowadzić w terminie od drugiej połowy czerwca do pierwszej połowy lipca, aby potwierdzić rozród gatunku. Budki szczelinowe są tak zbudowane, że można je kontrolować z poziomu gruntu, bez konieczności użycia drabiny. Wystarczy latarka o silnym świetle, niezbędnym zwłaszcza w słoneczne dni. W celach dokumentacyjnych wskazane jest używanie aparatu fotograficznego, umożliwiającego wykonanie zdjęcia w odpowiednim zbliżeniu. Podczas kontroli należy liczyć i notować (oddzielnie dla każdej budki) osobniki wszystkich gatunków nietoperzy, bez ich wyciągania. Gatunki trudne do oznaczenia, bliźniaczo podobne (karliki, niektóre małe nocki) należy oznaczyć do rodzaju lub grupy gatunków. Szczegóły dotyczące sposobu instalowania i rozmieszczenia budek opisano w rozdziale 7.3.2.

8.2.3. Odłowy w sieci

Odłowy w sieci chiropterologiczne ingerują w życie nietoperzy, jednak dostarczają cennych informacji, dzięki którym wiemy, jak ważny jest badany obszar i czy dany gatunek się w nim rozmnaża. Tylko trzymając nietoperza w ręku, jesteśmy w stanie określić wiek (osobnik dorosły *adultus* lub tegoroczny młody *juvenilis* – ryc. 2, rozdział 2.1), płeć oraz czy samica jest w trakcie laktacji (ryc. 51), a w przypadku gatunków o podobnych dźwiękach echolokacyjnych – oznaczyć gatunek. Jednak ze względu na to, że metoda ta ingeruje w życie zwierząt, odłowy powinny być stosowane w ograniczonym zakresie.

Odłowy w sieci chiropterologiczne może prowadzić tylko doświadczony chiropterolog, posiadający aktualne zezwolenie na odstępstwa od zakazów ustawowych



Ryc. 51. Samica mopka zachodniego w trakcie laktacji. Widoczny charakterystyczny brak futra wokół sutka (fot. Błażej Wojtowicz)

Fig. 51. A lactating female Barbastelle. The characteristic lack of fur around the nipple is visible (photo: Błażej Wojtowicz)

(Ustawa o ochronie przyrody: Dz.U. z 2016, poz. 2134; Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt: Dz.U. z 2016, poz. 2183) wydane przez właściwą Regionalną Dyрекcję Ochrony Środowiska lub przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska. W przypadku parków narodowych konieczne jest uzyskanie dodatkowych zezwoleń. Należy również poinformować zarządcę lub właściciela terenu o planowanych pracach. W badaniach mogą uczestniczyć osoby niedoświadczone, jednak wszystkie czynności (takie jak wyciąganie nietoperzy z sieci, oznaczanie, pomiary, dokumentacja fotograficzna itp.) muszą być nadzorowane przez doświadczonego chiropterologa i należy wykonać je w jak najkrótszym czasie. Po zakończeniu wyżej wymienionych czynności nietoperza należy niezwłocznie wypuścić w miejscu schwytania.

Wybór miejsca odłowów

W celu wyboru odpowiednich miejsc odłowów zalecana jest wstępna analiza aktualnych baz danych i map leśnych pod kątem wytypowania optymalnego



Ryc. 52. Schemat rozmieszczenia sieci chiropterologicznych w punkcie odłowu na skrzyżowaniu dróg leśnych (źródło zdjęcia satelitarnego: Google Maps)

Fig. 52. Setup of mist-nets at a trapping site at an intersection of forest roads (source of satellite image: Google Maps)

siedliska mopka. Wszystkie niezbędne dane dostępne są online (Bank Danych o Lasach, Geoserwis, Geoportal). Zalecane jest wytypowanie drzewostanów starszych klas wieku (powyżej 60 lat) na żyznych siedliskach, tzw. lasowych (typy siedliskowe lasu: LMśw, LMw, LMb, Lśw, Lw, Ol, Lł, OlJ). Jeśli w danym kompleksie leśnym znajduje się zbyt mało odpowiednich siedlisk, punkty mogą być wyznaczane w borach mieszanych (BMśw, BMw, BMb). Należy unikać drzewostanów rosnących na ubogich siedliskach borowych (Bs, Bśw, Bw, Bb). Po wstępnym wyznaczeniu odpowiednich lokalizacji należy zweryfikować je w terenie. Najlepszymi miejscami do prowadzenia odłowów mopka są skrzyżowania dróg leśnych, przecinek, linii oddziałowych. W miarę możliwości należy wybierać drogi niezbyt szerokie (5–7 metrów). Skrzyżowania dróg umożliwiają rozstawienie sieci chiropterologicznych tak, aby przegrodzić trasy przelotu nietoperzy z kilku stron, co zwiększa prawdopodobieństwo schwytania nietoperzy (ryc. 52). Należy unikać dróg dopuszczonych do ruchu kołowego oraz często użytkowanych, np. przez rowerzystów. W przypadku zastosowania niższych sieci wskazane jest, aby korony drzew stykały się nad drogą, tworząc tunel. W takich miejscach nietoperze są zmuszone do obniżenia lotu i jeśli sieć zasłania całą przestrzeń pod

okapem, zwiększa szanse schwytania nietoperza. W przypadku wyższych sieci (> 4 m) nie jest to konieczne.

Sposób prowadzenia odłowów

Sieci chiropterologiczne należy rozstawić tuż po zachodzie słońca, kiedy nie ma ryzyka zaplątania się dziennych gatunków ptaków. Odłowy należy prowadzić przez co najmniej 4 godziny w ciepłe, bezdeszczowe i bezwietrzne noce. Na jednym stanowisku należy rozstawić minimum 3 sieci, przegradzając drogi w poprzek. Tyczki teleskopowe umieszcza się w podstawach wbijanych w ziemię (ryc. 53).



Ryc. 53. Sposób montowania tyczki teleskopowej na specjalnej podstawie i dzwoneczka wędkarskiego jako sygnalizatora dźwiękowego (fot. Błażej Wojtowicz)

Fig. 53. A telescopic pole mounted in a special holder and a fishing bell attached to signal a catch (photo: Błażej Wojtowicz)



Dzięki takiemu rozwiązaniu nie trzeba używać dodatkowych odciągów stabilizujących i umożliwiających napięcie półtek, zwłaszcza gdy używa się sieci monofilamentowych, które są bardzo lekkie. Na szczytówkach tyczek zalecane jest umieszczenie sygnalizatora dźwiękowego (np. dzwoneczka wędkarskiego – ryc. 53). Znaczna część nietoperzy wpadających w sieci dość szybko się wypłtuje i odlatuje. Sygnalizacja dźwiękowa umożliwia natychmiastową reakcję osoby prowadzącej odłow. Zmniejsza również ryzyko mocnego splątania, a w konsekwencji długotrwałego, stresującego dla zwierzęcia wypłatywania z sieci. Mimo zastosowania opisanych rozwiązań sieci należy regularnie kontrolować, nie rzadziej niż co 15 minut. Ze względu na to, że mopek poluje na wysokości 4–8 m nad ziemią, 2–4 m poniżej koron drzew (Rydell i Bogdanowicz, 1997; Russo i in., 2020), sieci należy stawiać wysoko, by zwiększyć szanse schwytania tego nietoperza.

Sprzęt zalecany do prowadzenia odłowów

- sieci chiropterologiczne (zalecane 3–4 w jednym punkcie), najlepiej ultracienkie, wykonane z pojedynczej nici, tzw. monofilament, o grubości 0,08–0,11 mm i wielkości oczek 15 × 15 mm
- tyczki teleskopowe o wysokości minimum 7 m
- podstawy do tyczek teleskopowych (ryc. 53)
- sygnalizator schwytania nietoperza (np. dzwoneczek wędkarski, emiter światła – ryc. 53)
- dobrej jakości latarki (czołówka i szperacz)
- rękawiczki ochronne
- suwmiarka i waga (typu pesola lub jubilerska)
- karty obserwacji, przybory do pisania
- rejestrator lokalizacji GPS
- dokładna mapa terenu w wersji papierowej lub elektronicznej
- aparat fotograficzny umożliwiający wykonanie zdjęć dokumentacyjnych, najlepiej z opcją geolokalizacji.

Odłowy w ramach monitoringu powinny być prowadzone nie rzadziej niż co 5 lat. Optymalnym terminem jest okres pomiędzy 10 lipca a 10 sierpnia. W tym czasie młode tegoroczne osobniki są już lotne i nie istnieje ryzyko niepokojenia dorosłych samic w najbardziej newralgicznym okresie okołoporodowym i odkarmiania młodych. Odłowy po wyznaczonym okresie (w drugiej połowie sierpnia) powodują, że możemy chwycić osobniki migrujące. Stałym monitoringiem powinny zostać objęte wszystkie obszary Natura 2000, gdzie mopek jest przedmiotem ochrony (ryc. 8, tab. 2).

Mopek jest objęty Państwowym Monitoringiem Środowiska przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, podobnie jak pięć innych gatunków nietoperzy.

W wybranych stanowiskach w Polsce od roku 2011 prowadzony jest monitoring zimujących mopków oraz oceniana jest populacja rozrodcza i stan siedlisk na wytypowanych powierzchniach leśnych. Szczegółowy opis metodyki prowadzenia badań znajduje się w podręczniku metodycznym udostępnionym na stronie internetowej GIOŚ (Ciechanowski i in., 2012; Gottfried, 2012).

9. PODSUMOWANIE

Ochrona nietoperzy ma ogromne znaczenie, gdyż zwierzęta te świadczą wiele usług ekosystemowych, m.in. wpływają na liczebność owadów. Każdy osobnik zjada co noc tyle owadów, ile wynosi 30–100% masy jego ciała (Kolkert i in., 2020). Ssaki te bardzo silnie oddziałują tym samym na środowisko, a więc ich rola w zachowaniu równowagi w ekosystemach jest niezmiernie istotna. Mopek – jako leśny gatunek nietoperza – poluje przede wszystkim w lasach, a tym samym ogranicza liczebność owadów występujących w tym środowisku. Poluje przede wszystkim na motyle nocne (Rydell i in., 1996), których rozwój często jest związany z drzewami. Chroniąc mopka, chronimy jednocześnie lasy przed gradacją wielu gatunków owadów, często postrzeganych jako szkodniki drzew. Podejmując działania, by chronić mopka, możemy zarazem ograniczyć chemiczne zwalczanie owadów (używanie pestycydów), a więc i związane z tym nakłady finansowe.

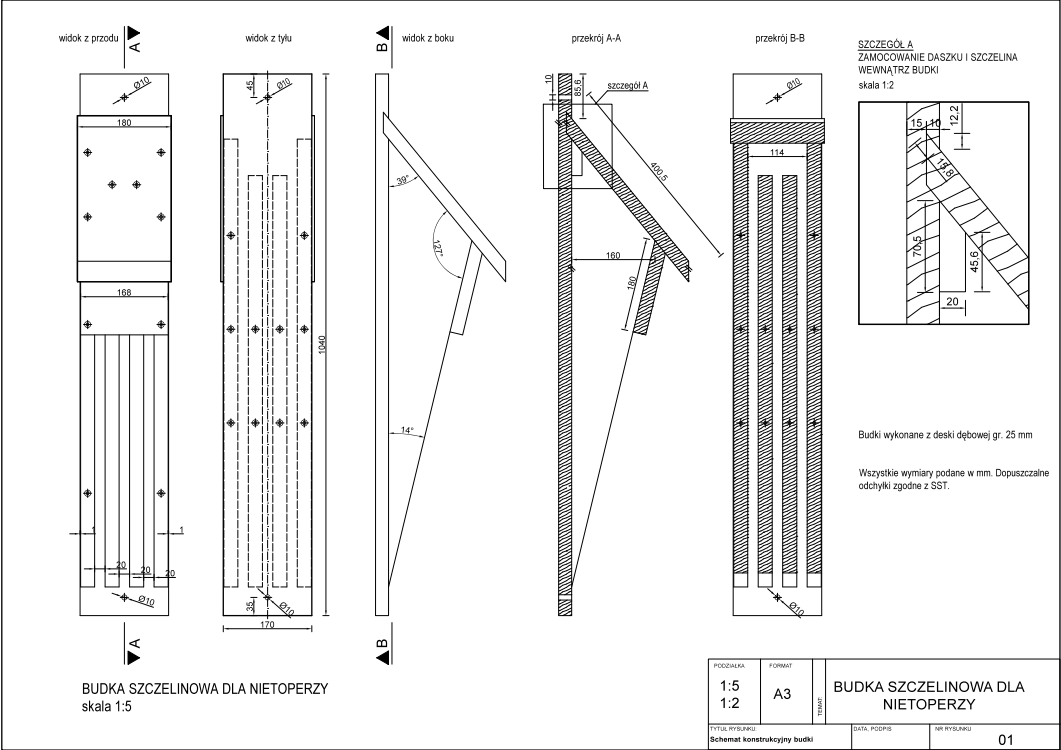
Mopek jest gatunkiem o dużych wymaganiach siedliskowych. Preferowane przez niego kryjówki (szczeliny w pniach lub konarach, płyty odstającej kory) tworzą się najczęściej w drzewach zamierających lub martwych, w wieku powyżej 80 lat. Mopki zmieniają kryjówki bardzo często, średnio co 2 dni, a nawet codziennie (Kerth i Melber, 2009; Hillen i in., 2010; Russo i in., 2020), dlatego w ciągu jednego sezonu letniego kolonia wykorzystuje wiele schronień (Gottfried i in. 2016; Hillen i in., 2010; Russo i in., 2020). Odpowiednia liczba preferowanych przez ten gatunek nietoperza kryjówek dostępna jest więc tylko w lasach z dużą ilością starodrzewu, zwłaszcza liściastego. W tego typu lasach występuje także większe bogactwo gatunków owadów (Eriksson i in., 2004). Utrzymywanie się w lasach danego regionu populacji mopka, zwłaszcza kolonii rozrodczych, świadczy o zrównoważonej gospodarce leśnej. Mopek jako gatunek osiadły o wysokich wymaganiach siedliskowych jest dobrym bioindykatorem – wyznacznikiem jakości stanu zachowania środowiska.

Mopka można traktować również jako gatunek parasolowy. Ze względu na to, że jego zachowanie zostało uznane za znaczące dla dziedzictwa przyrodniczego i różnorodności biologicznej kontynentu europejskiego, dla jego ochrony należy tworzyć obszary Natura 2000 chroniące nie tylko sam gatunek, ale

i jego siedliska. Powierzchnia rewiru jednego osobnika wynosi od ok. 9 ha do nawet ponad 2500 ha. Łowiska zazwyczaj znajdują się w odległości 3–4,5 km od dziennego schronienia, ale mogą leżeć również w odległości 10 km (Sierro, 1999; Hillen i in., 2011; Apoznański i in., 2018). Zatem chroniąc arealy mopków, zachowujemy również inne gatunki i zapewniamy im miejsce do życia.

Ze względu na to, że populacja mopka zachodniego w Polsce jest stabilna, a nawet obserwowany jest lekki wzrost liczebności populacji, to na naszym kraju spoczywa duża odpowiedzialność za zachowanie tego gatunku nietoperza. Czy się to uda, będzie zależeć przede wszystkim od zarządców i właścicieli lasów (m.in. PGL Lasy Państwowe) oraz instytucji i organizacji chroniących przyrodę (m.in. GDOŚ, RDOŚ, jednostki naukowe i organizacje pozarządowe).

ZAŁĄCZNIK – APPENDIX



Projekt wykonania budki szczelinowej dla kolonii rozrodczej mopka zachodniego
Blueprints for a crevice bat box suitable for a breeding colony of Barbastelles

LITERATURA

- Adams, M.D., Law, B.S., French, K.O. (2009). Vegetation structure influences the vertical stratification of open-and edge-space aerial-foraging bats in harvested forests. *Forest Ecology and Management*, 258, 2090–2100. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.08.002>
- Ahlén, I., Baagøe, H.J. (1999). Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica*, 1, 137–150. <https://chiroptera.se/ahlen/Hans%20B%20-%20Use%20of%20ultrasound%20detectors.pdf>
- Ahlén, I. (2015). Åtgärdsprogram för barbastell, 2015–2019 (*Barbastella barbastellus*). Rapport 6532 • Mars 2015. Programmet har upprättats av Ingemar Ahlén. Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala. NATURVÅRDSVERKET. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1614269/FULLTEXT01.pdf>
- Ancillotto, L., Cistrone, L., Mosconi, F., Jones, G., Boitani, L., Russo, D. (2015). The importance of non-forest landscapes for the conservation of forest bats: lessons from barbastelles (*Barbastella barbastellus*). *Biodiversity and Conservation*, 24(1), 171–185. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-014-0802-7>
- Ancillotto, L., Rummo, R., Agostinetto, G., Tommasi, N., Garonna, A.P., Benedetta, F., Bernardo, U., Galimberti, A., Russo, D. (2022). Bats as suppressors of agroforestry pests in beech forests. *Forest Ecology and Management*, 522, 120467. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120467>
- Ancillotto, L., Rydell, J., Nardone, V., Russo, D. (2014). Coastal cliffs on islands as foraging habitat for bats. *Acta Chiropterologica*, 16(1), 103–108. <https://doi.org/10.3161/150811014X683318>
- Ancillotto, L., Santini, L., Rane, N., Mariorano, L., Russo, D. (2016). Extraordinary range expansion in a common bat: the potential roles of climate change and urbanization. *The Science of Nature*, 103, 15. <https://doi.org/10.1007/s00114-016-1334-7>
- Andreas, M., Reiter, A., Benda, P. (2012). Prey selection and seasonal diet changes in the western barbastelle bat (*Barbastella barbastellus*). *Acta Chiropterologica*, 14(1), 81–92. <https://doi.org/10.3161/150811012X654295>
- Apoznański, G., Kokurewicz, T.S., Petterson, S., Sánchez-Navarro, S., Górska, M., Rydell, J. (2021). Barbastelles in a production landscape: where do they roost? *Acta Chiropterologica*, 23(1), 225–232. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2021.23.1.019>
- Apoznański, G., Sánchez-Navarro, S., Kokurewicz, T., Pettersson, S., Rydell, J. (2018). Barbastelle bats in a wind farm: are they at risk? *European Journal of Wildlife Research*, 64, 43. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1202-1>



- Arnett, E.B., Kroll, A.J., Duke, S.D. (2010). Avian foraging and nesting use of created snags in intensively-managed forests of western Oregon, USA. *Forest Ecology and Management*, 260, 1773–1779. [10.1016/j.foreco.2010.08.021](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.021)
- Bank Danych o Lasach: <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/>
- Barataud, M. (2005). Relationship of *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) sonar with its habitat and prey. *Le Rhinolophe*, 17, 87–100.
- Barré, K., Spoelstra, S.Y., Bas, Y., Challéat, S., Kiri Ing, R., Azam, C., Zissis, G., Lapostolle, D., Kerbiriou, C., Le Viol, I. (2021). Artificial light may change flight patterns of bats near bridges along urban waterways. *Animal Conservation*, 24, 259–267. <https://doi.org/10.1111/acv.12635>
- Barros, P. (2023). Murciélago de bosque – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). W: P. López, J. Martín, Quetglas, J. (red.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Versión 8-05-2023: 1–26. DOI: <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/15282>
- Bashta, A.T. (2012). Hibernacula of *Barbastella barbastellus* in Ukraine: distribution and some ecological aspects. *Vespertilio*, 16, 55–68. https://www.ceson.org/vespertilio/16/055_068_Bashta.pdf
- Bat Conservation Trust: <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme>
- Benda, P., Mlikovsky, J. (2008). Nomenclatural notes on the Asian forms of *Barbastella* bats (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx*, 39(1), 31–46. <https://publikace.nm.cz/file/a920078129b40c8ce75f03734df16017/16091/Benda.pdf>
- Błaszczczyk, D., Gottfried, T., Gottfried, I., Jakubczyk, R. (2015). Zimowanie nietoperzy w obiektach militarnych we Wrocławiu. XXIV Ogólnopolska Konferencja Chiroptero logiczna, Kazimierz Dolny, 13–15 listopada 2015: 35.
- Bogdanowicz, W. (2004). Fauna Europea: Chiroptera. https://fauna-eu.org/cdm_data-portal/taxon/bdff42c2-f3bc-4c23-a690-0973a729baab
- Browning, E., Barlow, K. E., Burns, F., Hawkins, Ch., Boughhey, K. (2021). Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. *Mammal Review*, 51: 353–368. <https://doi.org/10.1111/mam.12239>
- Carr, A., Weatherall, A., Fialas, P., Zeale, M.R.K., Clare, E.L., Jones, G. (2020). Moths consumed by the barbastelle *Barbastella barbastellus* require larval host plants that occur within the bat's foraging habitats. *Acta Chiropterologica*, 22(2), 257–269. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.2.003>
- Carr, A., Zeale, M.R.K., Weatherall, A., Froidevaux, J.S.P., Jones, G. (2018). Ground-based and LiDAR-derived measurements reveal scale-dependent selection of roost characteristics by the rare tree-dwelling bat *Barbastella barbastellus*. *Forest Ecology and Management*, 417, 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.041>
- Charbonnier, Y., Barbaro, L., Theillout, A., Jactel, H. (2014). Numerical and functional responses of forest bats to a major insect pest in pine plantations. *PloS One*, 10(1): e0117652. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109488>
- Chruszcz, B.J., Barclay, R.M.R. (2002). Thermoregulatory ecology of a solitary bat, *Myotis evotis*, roosting in rock crevices. *Functional Ecology*, 6, 18–26. <https://www.jstor.org/stable/826626>
- Cortes, K.M., Gillam, E.H. (2020). Assessing the use of rivers as migratory corridors for temperate bats. *Journal of Mammalogy*, 101(2), 448–454. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz211>
- Cichocki, J., Stopczyński, M., Bator, A., Grzywiński, W., Ignaczak, M., Ignaszak, K., Jaros, R., Kowalski, M., Łochyński, M., Postawa, T., Warchałowski, M., Węgiel, A., Wojtaszyn, G.

- (2015). Liczebność nietoperzy zimujących w rezerwacie Nietoperek w roku 2015. XXIV Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna, Kazimierz Dolny, 13–15 listopada 2015 (s. 36–37). https://www.researchgate.net/publication/285236621_Liczebnoscnietoperzy_zimujacych_w_rezerwacie_Nietoperek_wroku_2015_The_number_of_wintering_bats_in_the_reserve_Nietoperek_in_2015
- Cichocki, J., Ważna, A., Bator-Kocoł, A., Lesiński, G., Grochowalska, R., Bojarski, J. (2020). Predation of invasive raccoon (*Procyon lotor*) on hibernating bats in the Nietoperek reserve in Poland. *Mammalian Biology*, 101, 57–62. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00087-x>
- Cichocki, W., Ważna, A., Cichocki, J., Rajska-Jurgiel, E., Jasiński, A., Bogdanowicz, W. (2015). Polskie nazewnictwo ssaków świata. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN.
- Ciechanowski, M., Gottfried, I., Szkudlarek, R. (2012). Metodyka monitoringu nietoperzy w schronieniach zimowych. W: M. Makomaska-Juchiewicz, P. Baran (red.), *Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny*. (Część III, s. 589–603). Warszawa: GIOŚ.
- Crampton, L.H., Barclay, R.M.R. (1998). Selection of roosting and foraging habitat by bats in different-aged Aspen mixedwood stands. *Conservation Biology*, 12(6), 1347–1358. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.97209.x>
- Dajdok, Z., Wuczyński, A. (2008). Pasma śródpolne i ich znaczenie w zachowaniu bioróżnorodności obszarów rolnych. W: A. Guziak, K. Konieczny (red.), *Rolnicy dla przyrody* (rozdz. 5, s. 119–137). Wrocław – Trzcina Wołowska: Polskie Towarzystwo Ochrony Przyrody „pro Natura”.
- Demianchik, M.G., Demianchik, V.T. (1999). Presja drapieżnicza łasicy (*Mustela nivalis*) na nietoperze. Materiały XIII Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej, Błaziejewko, 5–7 listopada 1999: 15.
- Denzinger, A., Siemers, B.M., Schaub, A., Schnitzler, H.-U. (2001). Echolocation by the barbastelle bat, *Barbastella barbastellus*. *Journal of Comparative Physiology*, A 187, 521–528. <https://link.springer.com/article/10.1007/s003590100223>
- Dietz, Ch., Brombacher, M., Maude, E., Viktar, F., Olaf, S. (2018). Bat community and roost site selection of tree-dwelling bats in a well-preserved European lowland forest. *Acta Chiropterologica*, 20(1), 117–127. <https://doi.org/10.3161/15081109AAC2018.20.1.008>
- Dietz, Ch., Helversen, O., Nill, D. (2009). Nietoperze Europy i Afryki północno-zachodniej. Biologia, rozpoznawanie, zagrożenia. Warszawa: MULTICO Ofic. Wyd.
- Dietz, M., Kalko, E.K.V. (2006). Seasonal changes in daily torpor patterns of free-ranging female and male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Journal of Comparative Physiology*, B, 176, 223–231. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00360-005-0043-x>
- Dolch, D., Arnold, D. (1989). Beobachtungen an einer Wochenstube von *Barbastella barbastellus* (Schreber). *Wissenschaftliche Beiträge der Universität Halle*, 20, 115–118.
- Easterling, D.R., Horton, B., Jones, P.D., Peterson, T.C., Karl, T.R., Parker, D.E., Salinger, M.J., Razuvayev, V., Plummer, N., Jamason, P., Folland, Ch.K. (1997). Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, 277, 364–367. <https://doi.org/10.1126/science.277.5324.364>
- Entwistle, A.C., Harris, S., Hutson, A.M., Racey, P.A., Walsh, A., Gibson, S.D., Hepburn, I., Johnston, J. (2001). Habitat management for bats. A guide for land managers, land owners and their advisors. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.
- Eriksson, A., de Jong, J., Ahlén, I. (2004). Habitat selection in a colony of *Barbastella barbastellus* in south Sweden. Uppsala: Institutionen för naturvårdsbiologi.



- EEA (European Environment Agency) (b.d.), *Barbastelle* – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). <https://eunis.eea.europa.eu/species/Barbastella%20barbastellus>
- EC (European Commission) (b.d.), The Habitats Directive: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en
- Fairon, J., Busch, E. (2003). Dynamique de la population de *Barbastella barbastellus* en Belgique. *Nyctalus*, 8(6), 521–527. https://www.zobodat.at/pdf/Nyctalus_NF_8_0521-0527.pdf
- Fenton, M.B. (1997). Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy*, 71(1), 1–14. <https://doi.org/10.2307/1382633>
- Frey-Ehrenbold, A., Bontadina, F., Arletta, R., Obrist, M.K. (2013). Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. *Journal of Applied Ecology*, 50, 252–261. <https://www.jstor.org/stable/23353557>
- Froidevaux, J.S.P., Barbaro, L., Vinet, O., Larrieu, L., Bas, Y., Molina, J., Calatayud, F., Brin, A. (2021). Bat responses to changes in forest composition and prey abundance depend on landscape matrix and stand structure. *Scientific Reports*, 11, 10586. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89660-z>
- Fure, A. (2012). Bats and lighting – six years on. *The London Naturalist*, 91, 69–88. <https://www.furesfen.co.uk/wp-content/uploads/2021/01/Bat-and-Lighting-Review-Alison-Fure-LNHS-pages-69-88.pdf>
- Furmankiewicz, J., Duma, K., Manias, K., Borowiec, M. (2013). Reproductive status and vocalisation in swarming bats indicate a mating function of swarming and an extended mating period in *Plecotus auritus*. *Acta Chiropterologica*, 15(2), 371–385. <https://doi.org/10.3161/150811013X678991>
- Furmankiewicz, J., Kucharska, M. (2009). Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. *Journal of Mammalogy*, 90, 1310–1317. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-099R1.1>
- Fuszara, E., Fuszara, M., Jurczyszyn, M., Kowalski, M., Lesiński, G., Paszkiewicz, R., Szkułdarek, R., Węgiel, A. (2003). Shelter preference of the barbastelle, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), hibernating in Poland. *Nyctalus*, 8, 528–535. https://www.zobodat.at/pdf/Nyctalus_NF_8_0528-0535.pdf
- Gaisler, J., Chytil, J. (2002). Mark-recapture results and changes in bat abundance at the cave of Na Turoldu, Czech Republic. *Folia Zoologica*, 51(1), 1–10. https://www.researchgate.net/publication/237369915_Mark-recapture_results_and_changes_in_bat_abundance_at_the_cave_of_Na_Turoldu_Czech_Republic
- Gaisler, J., Hanák, V., Hanzal, V., Jarský, V. (2003). Výsledky kroužování netopýřů v České republice a na Slovensku, 1948–2000. *Vespertilio*, 7, 3–61.
- Gazaryan, S.V. (2000). New data on the occurrence of the Barbastelle in the Western Caucasus. *Plecotus et al.*, 3, 94–102.
- GDOŚ (Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska) (b.d.). *Natura 2000*: <https://natura2000.gdos.gov.pl/>
- Geoserwis: <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>
- Geoportal: <https://geoportal360.pl/map/>
- Głowaciński, Z. (2022). Czerwona Lista Kręgowców Polski – wersja uaktualniona (okres 1 i 2 dekady XXI w.). *Chrońmy Przyrodę Ojczyzn*, 78(2), 28–67. <https://www.iop.krakow.pl/pobierz-publikacje,2174>
- Goerlitz, H.R., Hofstede, H.M., Zeale, M.R.K., Jones, G., Holderied, M.W. (2010). An aerial-hawking bat uses stealth echolocation to counter moth hearing. *Current Biology*, 20, 1568–1572. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.07.046>

- Gombkötö, P. (2003). Die Sommerlebensräume dre Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im Bükkgebirge (Nordungarn). *Nyctalus*, 8(6), 544–547.
- Gottfried, I. (2008). Wykorzystanie zimowych, podziemnych schronień przez mopka *Barbastella barbastellus* poza okresem hibernacji. Maszynopis. Uniwersytet Wrocławski.
- Gottfried, I. (2009). Use of underground hibernacula by the barbastelle (*Barbastella barbastellus*) outside the hibernation season. *Acta Chiropterologica*, 11(2), 363–373. <https://doi.org/10.3161/150811009X485594>
- Gottfried, I. (2012). Mopek zachodni *Barbastella barbastellus*. W: M. Makomaska-Juchiewicz, P. Baran (red.), *Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny (Część III, s. 604–633)*. Warszawa: GIOŚ.
- Gottfried, I., Gottfried, T., Bator-Kocoł, A. (2017). Schronienia wykorzystywane przez kolonie mopków zachodnich *Barbastella barbastellus* (Chiroptera) w okresie letnim w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy*, 28(2), 104–115. https://www.researchgate.net/publication/319942661_Schronienia_wykorzystywane_przez_kolonie_mopkow_zachodnich_Barbastella_barbastellus_Chiroptera_w_okresie_letnim_w_Polsce_Roost_use_by_colonies_of_the_Western_Barbastelle_Barbastella_barbastellus_Chir
- Gottfried, I., Gottfried, T., Fuszara, E., Fuszara, M., Ignaczak, M., Jaros, R., Piskorski, M. (2015). Breeding sites of the barbastelle *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) in Poland. *North-Western Journal of Zoology*, 11, 194–203. https://www.researchgate.net/publication/285599076_Breeding_sites_of_the_barbastelle_Barbastella_barbastellus_Schreber_1774_in_Poland
- Gottfried, I., Gottfried, T., Lesiński, G., Hebda, G., Ignaczak, M., Wojtaszyn, G., Jurczyszyn, M., Fuszara, M., Fuszara, E., Grzywiński, W., Błachowski, G., Hejduk, J., Jaros, R., Kowalski, M. (2020). Long-term changes in winter abundance of the barbastelle *Barbastella barbastellus* in Poland and the climate change – are current monitoring schemes still reliable for cryophilic bat species? *PLoS ONE* 15(2): e0227912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227912>
- Gottfried, I., Gottfried, T., Warchałowski, M., Pietraszko, M. (2016). Zmiany kryjówek oraz obszary wykorzystywane jako żerowiska przez samice mopka *Barbastella barbastellus* w okresie rozrodu – wstępne wyniki badań radiotelemetrycznych. *Materiały XXV Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej*, 4–6.11.2016 Morsko (s. 11–12).
- Gottfried, I., Neubauer, G. (2019). Przeżywalność i długość życia mopków zachodnich *Barbastella barbastellus*. *Materiały XXVIII Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej*, 15–17.11.2019 Góra św. Anny (s. 17–18).
- Gottwald, J., Appelhans, T., Adorf, F., Hillen, J., Nauss, T. (2017). High-resolution MaxEnt modelling of habitat suitability for maternity colonies of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) in Rhineland-Palatinate, Germany. *Acta Chiropterologica*, 19(2), 389–398. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2017.19.2.015>
- Görföl, T., Hága, K., Dombi, I. (2019). Roost selection of barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*) in an intensively managed floodplain forest: implications for conservation. *North-Western Journal of Zoology*, 15(2), 184–186. https://www.researchgate.net/publication/338389424_Roost_selection_of_barbastelle_bats_Barbastella_barbastellus_in_an_intensively_managed_floodplain_forest_implications_for_conservation
- Greenaway, F. (2005). Advice for the management of flightlines and foraging habitats of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *English Nature Research Reports*, 657. <https://publications.naturalengland.org.uk/publication/92016>
- Greenaway, F., Hill, D. (2004). Woodland management advice for Bechstein's bat and barbastelle bat. *English Nature Research Reports*, 658, 1–30. <https://publications.naturalengland.org.uk/publication/93012>



- Griffiths, N.A., Jackson, C.R., Bitew, M.M., Fortner, A.M., Fouts, K.L., McCracken, K., Phillips, J.R. (2017). Water quality effects of short-rotation pine management for bioenergy feedstocks in the southeastern United States. *Forest Ecology and Management* 400, 181–198. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.011>
- Grindal, S.D., Brigham, R.M. (1998). Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *The Journal of Wildlife Management*, 62(3), 996–1003. <https://doi.org/10.2307/3802552>
- Harris, S., Morris, P., Wray, S., Yalden, D. (1995). A review of British mammals: population estimates and conservation status of British mammals other than cetaceans. *JNCC*, 33–34. https://www.researchgate.net/publication/242583185_A_Review_of_British_Mammals_Population_Estimates_and_Conservation_Status_of_British_Mammals_Other_Than_Cetaceans
- Hejduk, J., Radzicki, G. (2003). Hibernation ecology of the Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) colony in the Szachownica cave (Central Poland). *Nyctalus*, 8, 581–587. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S581-587.pdf
- Hermanns, U., Pommeranz, H., Matthes, H. (2003). Erstnachweis einer Wochenstube der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), in Mecklenburg-Vorpommern und Bemerkungen zur Ökologie. *Nyctalus*, 9, 20–36. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B9_H1_2003_S20-36.pdf
- Hillen, J., Kaster, T., Pahle, J., Kiefer, A., Elle, O., Griebeler, E.M., Veith, M. (2011). Sex-specific habitat selection in an edge habitat specialist, the western barbastelle bat. *Annales Zoologici Fennici*, 48, 180–190. <https://doi.org/10.5735/086.048.0306>
- Hillen, J., Kiefer, A., Veith, M. (2009). Foraging site fidelity shapes the spatial organisation of a population of female western barbastelle bats. *Biological Conservation*, 142, 817–823. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.017>
- Hillen, J., Kiefer, A., Veith, M. (2010). Interannual fidelity to roosting habitat and flight paths by female western barbastelle bats. *Acta Chiropterologica*, 12(1), 187–195. <https://doi.org/10.3161/150811010X504680>
- Horáček, I. (1976). Pfehled kvartérních netopýrů (Chiroptera) Československa. *Lynx (NS)*, 18, 35–58.
- Horáček, I., Uhrin, M. (red.) (2010). Bats of Czech Republic and Slovakia. https://www.researchgate.net/publication/267213448_Bats_of_Czech_Republic_and_Slovakia
- Humes, M.L., Hayes, J.P., Collopy, M.W. (1999). Bat activity in thinned, unthinned, and old-growth forests in Western Oregon. *The Journal of Wildlife Management*, 63(2), 553–561. <https://pubs.usgs.gov/publication/1015978>
- Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C.H., Rodrigues, L. (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature. *Natur. Biol. Viel.*, 28, 180. <https://bfh.bsz-bw.de/frontdoor/index/index/docId/928>
- Ignaczak, M., Postawa, T. (2017). Protection of the Szachownica cave as an example of saving a valuable bat wintering shelter. *Proceedings of the Theriological School*, 15, 67–74. <https://doi.org/10.15407/ptt2017.15.067>
- Ignaczak, M., Postawa, T., Lesiński, G., Gottfried, I. (2019). The role of autumnal swarming behaviour and ambient air temperature in the variation of body mass in temperate bat species. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 30(1), 65–73. <https://doi.org/10.4404/hystrix-00104-2018>
- INPM-MNHN.FR (b.d.). *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). *Mammifères*, 1308, 56–58. <https://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/fiches/1308.pdf>
- IOP PAN (Instytut Ochrony Przyrody Polska Akademia Nauk) (2010). *Atlas ssaków Polski*. <https://www.iop.krakow.pl/Ssaki/gatunek/180>

- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2011). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <https://www.iucnredlist.org/2011-2> (dostęp: 2011.12.20).
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/2022-1> (dostęp: 2023.03.20).
- Iwińska, K., Boratyński, J.S., Mleczek, T., Kasprzyk, K., Dorociak, K., Sachanowicz, K. (2017). Nietoperze Pogórza Przemyskiego i terenów przyległych. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną, 73(6), 437–450. https://www.researchgate.net/publication/321978069_Nietoperze_Pogorza_Przemyskiego_i_terenow_przyleglych_Bats_of_the_Przemyskie_Foothills_and_adjacent_areas
- Jaeger, J.A.G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., Von Toschanowitz, K.T. (2005). Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. Ecological Modelling, 185, 329–348. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.12.015>
- Janik, K., Misiuna, Ł., Hejduk, J., Superson, M.R. (2014). Skarby huty Józef w Samsonowie. XXIII Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna, Sypniewo, 28–30 marca (s. 18–19). https://wldt.up.poznan.pl/sites/default/files/dokumenty/STRESZCZENIA_2_1.pdf
- Jaros, R. (2012). Masakra nietoperzy w poznańskim forcie. Magazyn Przyrodniczy Salamandra, 33(1), 42. <http://magazyn.salamandra.org.pl/m33a14.html>
- Jones, G., Rydell, J. (1994). Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. Philosophical Transaction: Biological Science, 346, 445–455. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0161>
- Jung, T.S., Thompson, I.D., Titman, R.D., Applejohn, A.P. (1999). Habitat selection by forest bats in relation to mixed-wood stand types and structure in Central Ontario. The Journal of Wildlife Management, 63(4), 1306–1319. <https://doi.org/10.2307/3802849>
- Kasprzyk, K., Fuszara, E. (1992). Nowe stanowiska mopka, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) w północno-wschodniej Polsce. Przegląd Zoologiczny, 36(1–4), 193–197.
- Kerth, G., Kiefer, A., Trappmann, C., Weishaar, M. (2003). High gene diversity at swarming sites suggest hot spots for gene flow in the endangered Bechstein's bat. Conservation Genetics, 4, 491–499. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1024771713152>
- Kerth, G., Melber, M. (2009). Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species. Biological Conservation, 142(2), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.022>
- Kirkpatrick, L., Maher, S.J., Lopez, Z., Lintott, P.R., Bailey, S.A., Dent, D., Park, K.J. (2017). Bat use of commercial coniferous plantations at multiple spatial scales: Management and conservation implications. Biological Conservation, 206, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.018>
- Kolkert, H., Andrew, R., Smith, R., Rader, R., Reid, N. (2020). Insectivorous bats selectively source moths and eat mostly pest insects on dryland and irrigated cotton farms. Ecology and Evolution, 10, 371–388. <https://doi.org/10.1002/ece3.5901>
- Kortmann, M., Hurst, J., Brinkmann, R., Heurich, M., González, R.S., Müller, J., Thorn, S. (2018). Beauty and the beast: how a bat utilizes forests shaped by outbreaks of an insect pest. Animal Conservation, 21, 21–30. <https://doi.org/10.1111/acv.12359>
- Kovalyova, I.M., Taraborkin, L.A. (2003). Present status of *Barbastella barbastellus* in the Ukraine in historical aspect. Nyctalus, 8(6), 596–598. https://www.zobodat.at/pdf/Nyctalus_NF_8_0596-0598.pdf



- Kowalski, K. (1955). Nasze nietoperze i ich ochrona. Kraków: Krakowska Drukarnia Naukowa.
- Kowalski, K., Ruprecht, A.L. (1984). Rząd: Nietoperze – Chiroptera. W: Z. Pucek (red.), Klucz do oznaczania ssaków Polski (s. 85–138). Warszawa: PWN.
- Kraczkiewicz, Z. (1968). Ssaki. Wrocław: Polskie Towarzystwo Zoologiczne – Komisja Nazewnictwa Zwierząt Kręgowych. Seria: Polskie nazewnictwo zoologiczne: 81.
- Kruskop, S.V., Kawai, K., Tiunov, M.P. (2019). Taxonomic status of the barbastelles (Chiroptera: Vespertilionidae: Barbastella) from the Japanese archipelago and Kunashir Island. *Zootaxa*, 4567(3), 461–476. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4567.3.3>
- Krzanowski, A. (1961). Weight dynamics of bats wintering in the cave at Puławy (Poland). *Acta Teriologica*, 4, 249–264.
- Kühnert, E., Schönbächler, C., Arlettaz, R., Christe, P. (2016). Roost selection and switching in two forest-dwelling bats: implications for forest management. *European Journal of Wildlife Research*, 62(4), 497–500. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10344-016-1021-1>
- Laidlaw, G.W.J., Fenton, M.B. (1971). Control of nursery colony populations of bats by artificial light. *Journal of Wildlife Management*, 35, 843–846.
- Law, R.E. (2015). The bat atlas of London (s. 25–26). London Bat Group.
- Lehotská, B., Lehotsky, R. (2003). Vorkommen der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) in der West-Slowakei. *Nyctalus*, 8(6), 603–607. <https://docplayer.org/2024963-98-Vorkommen-der-mopsfledermaus-barbastella-barbastellus-in-der-west-slowakei.html>
- Lesiński, G. (1986). Ecology of bats hibernating underground in central Poland. *Acta Teriologica*, 31, 507–521.
- Lesiński, G. (2008). Linear landscape elements and bat casualties on road – an example. *Annales Zoologici Fennici*, 45, 277–280. <https://www.jstor.org/stable/23736960>
- Lesiński, G., Fuszara, M., Fuszara, E. (2006). Wpływ dwóch rodzajów dewastacji w podziemniach na liczebność zimujących nietoperzy. *Nietoperze*, 7(1–2), 3–9. <https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.dl-catalog-e5b7a294-ee04-4822-9265-4458f1334bb5?q=bwmeta1.element.dl-catalog-c58de93c-0efb-41cf-a8d2-8ed788198d78;2&qt=CHILDREN-STATELESS>
- Lesiński, G., Fuszara, E., Fuszara, M., Jurczyszyn, M., Urbańczyk, Z. (2005). Long-term changes in the numbers of the barbastelle *Barbastella barbastellus* in Poland. *Folia Zool.*, 54, 351–358. https://www.ivb.cz/wp-content/uploads/54_351-358.pdf
- Lesiński, G., Olszewski, A., Popczyk, B. (2011). Forest roads used by commuting and foraging bats in edge and interior zones. *Polish Journal of Ecology*, 59(3), 611–616. https://www.researchgate.net/publication/268682102_Forest_roads_used_by_commuting_and_foraging_bats_in_edge_and_interior_zones
- Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J.C., Rahbek, C. (2007). Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3803–3816. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9181-7>
- Lewanzik, D., Goerlitz, H.R. (2018). Continued source level reduction during attack in the low-amplitude bat *Barbastella barbastellus* prevents moth evasive flight. *Functional Ecology*, 35(5), 1251–1261. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13073>
- Lewis, J.C. (1998). Creating snags and wildlife trees in commercial forest landscapes. *Western Journal of Applied Forestry*, 13(3), 97–101. <https://doi.org/10.1093/wjaf/13.3.97>

- Limpens, J.G.A., Kapteyn, K. (1991). Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, 29, 39–48. https://www.researchgate.net/publication/284385113_Bats_their_behaviour_and_linear_landscape_elements
- Limpens, H.J.G.A., Lina, P.H.C. (2003). Status and distribution of the Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) in the Netherland. *Nyctalus*, 8(6), 608–609. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S608-609.pdf
- Loeb, S.C. (2020). Qualitative synthesis of temperate bat responses to silvicultural treatments – where do we go from here? *Journal of Mammalogy*, 101(6), 1513–1525. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa089>
- Loeb, S.C., O'Keefe, J.M. (2006). Habitat use by forest bats in South Carolina in relation to local, stand, and landscape characteristics. *Journal of Wildlife Management*, 70(5), 1210–1218. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/29288>
- Lundy, M., Montgomery, I., Russ, J. (2010). Climate change-linked range expansion of Nathusius' pipistrelle bat, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius 1839). *Journal of Biogeography*, 37, 2232–2242. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02384.x>
- Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M., Wanner, H. (2004). European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. *Science*, 303, 1499–1503. <https://doi.org/10.1126/science.1093877>
- Lysaght, L., Marnell, F. (2016). Atlas of mammals in Ireland, 2010–2015. National Biodiversity Data Centre, Carriganore.
- Mann, S.L., Steidl, R.J., Dalton, V.M. (2002). Effects of cave tours on breeding *Myotis velifer*. *The Journal of Wildlife Management*, 66(3), 618–624. <https://www.jstor.org/stable/3803128>
- Mansour, S.A., Soliman, S.S., Soliman, K.M. (2016). Monitoring of heavy metals in the environment using bats as bioindicators: first study in Egypt. *Vespertilio*, 18, 61–78. https://www.researchgate.net/profile/Kareem-Soliman-3/publication/331022302_Monitoring_of_heavy_metals_in_the_environment_using_bats_as_bioindicators_first_study_in_Egypt/links/5c61a47ca6fdccb608bb9801/Monitoring-of-heavy-metals-in-the-environment-using-bats-as-bioindicators-first-study-in-Egypt.pdf
- Marosz, M., Wójcik, R., Biernacik, D., Jakusik, E., Pilarski, M., Owczarek, M., Miętus, M. (2011). Zmienność klimatu Polski do połowy XX wieku. Rezultaty projektu KLIMAT. *Prace i Studia Geograficzne*, 47, 51–66. <http://wgssr.uw.edu.pl/wgssr/wp-content/uploads/2018/11/W%C3%B3jcik.pdf>
- Medinas, D., Marques, J.T., Mira, A. (2013). Assessing road effects on bats: the role of landscape, road features, and bat activity on road-kills. *Ecological Research*, 28(2), 227–237. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11284-012-1009-6>
- Mering, E.D., Chambers, C.L. (2014). Thinking outside the box: A review of artificial roosts for bats. *Wildlife Society Bulletin*, 38(4), 741–751. https://www.researchgate.net/publication/264351096_Thinking_Outside_the_Box_A_Review_of_Artificial_Roosts_for_Bats
- Middleton, N., Froud, A., French, K. (2014). Social calls of the bats of Britain and Ireland. Pelagic Publishing.
- Miller, L.A., Surlykke, A. (2001). How some insects detect and avoid being eaten by bats: Tactics and counter-tactics of prey and predator. *Bioscience*, 51, 570–581. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0570:HSIDAA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0570:HSIDAA]2.0.CO;2)



- Moorman, Ch.E., Russell, K.R., Sabin, G.R., Guynn, Jr D.C. (1999). Snag dynamics and cavity occurrence in the South Carolina Piedmont. Snag dynamics and cavity occurrence in the South Carolina Piedmont, 118 (1–3): 37–48. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00482-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00482-4)
- Morris, A.D., Miller, D.A., Kalcounis-Rüppell, M.C. (2010). Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26–34. <https://doi.org/10.2193/2008-471>
- Müller, J., Brandl, R., Buchner, J., Pretzsch, H., Seifert, S., Strätz, C., Veith, M., Fenton, B. (2013). From ground to above canopy – Bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. *Forest Ecology and Management*, 306, 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.043>
- Müller, J., Mehr, M., Bässler, C., Fenton, M.B., Hothorn, T., Pretzsch, H., Klemmt, H. J., Brandl, R. (2012). Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. *Oecologia*, 169(3), 673–684. <https://doi.org/10.1007/s00442-011-2247-y>
- Neuweiler, G. (1990). Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiological Reviews*, 70(3), 615–637. <https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.3.615>
- Nowak, J., Grzywiński, W. (2022). Zimowe spisy nietoperzy na Wyżynie Krakowskiej w latach 2018–2022 na tle historii badań. *Prądnik. Prace Muzeum im. Szafera*, 32, 89–106.
- Olszewski, A. (2006). Zimowanie nietoperzy w piwnicach-ziemiankach w zachodniej części Puszczy Kampinoskiej. *Nietoperze*, VII, 72–74.
- Olszewski, A. (2009). Znaczenie zabudowy wiejskiej dla nietoperzy. W: D. Michalska-Hejduk, A. Bomanowska (red.), *Rola Kampinoskiego Parku Narodowego w zachowaniu różnorodności biologicznej i krajobrazowej dawnych obszarów wiejskich* (s. 108–113). Kampinoski Park Narodowy, Łódź-Izabelin.
- Olszewski, A. (2011). Stwierdzenie zimującego nocka wąsatka *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) w małej ziemiance w Kampinoskim Parku Narodowym. *Nietoperze*, XII, 45–46.
- Olszewski, A. (2019). Nietoperze Kampinoskiego Parku Narodowego i ich ochrona. Józefów: Ofic. Wyd. FOREST.
- Olszewski, A. (2022). Efekty adaptacji nieużytkowanych piwniczek ziemnych na zimowiska nietoperzy w Kampinoskim Parku Narodowym – 12 lat doświadczeń. XXIX Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna, 16–18 września 2022 Poznań.
- Olszewski, A., Kram, K. (2022). Przystosowanie podziemi Atomowej Kwatery Dowodzenia w Łomiankach na zimowisko dla nietoperzy. XXIX Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna, 16–18 września 2022 Poznań.
- O'Shea, T.J., Cryan, P.M., Hayman, D.T.S., Plowright, R.K., Streicker, D.G. (2016). Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review*, 46(3), 175–190. <https://doi.org/10.1111/mam.12064>
- Pandurska, R., Ivanova, T. (2003). Distribution and present status of *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) in Bulgaria. *Nyctalus*, 8(6), 626–629. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S626-629.pdf
- Park, K.J. (2015). Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: bats and their potential role as bioindicators. *Mammalian Biology*, 80, 191–204. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.10.004>
- Parsons, S., Jones, G. (2000). Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *Journal of Experimental Biology*, 203(17), 2641–2656. <https://doi.org/10.1242/jeb.203.17.2641>

- Parsons, K.N., Jones, G., Greenaway, F. (2003). Swarming activity of temperate zone microchiropteran bats: effects of season, time of night and weather conditions. *Journal of Zoology*, 261, 1–8. <https://doi.org/10.1017/S0952836903004199>
- Patriquin, K.J., Barclay, R.M.R. (2003). Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. *Journal of Applied Ecology*, 40(4), 646–657. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00831.x>
- Patriquin, K.J., Hogberg, L.K., Chruszcz, B.J., Barclay, R.M.R. (2003). The influence of habitat structure on the ability to detect ultrasound using bat detectors. *Wildlife Society Bulletin*, 31(2), 475–481. <https://www.jstor.org/stable/3784327>
- Pauza, D.H., Pauziene, N., Gudaitis, A. (2003). The Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) in Lithuania. *Nuctalus*, 8(6), 639–641. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S639-641.pdf
- Pavlinić, I., Daković, M., Tvrtković, N. (2010). The Atlas Of Croatian Bats (Chiroptera). Part I. *Natura Croatica*, 19, 327–329.
- Pereira, M.J.R., Peste, F., Paula, A., Pereira, P., Bernardino, J., Vieira, J., Bastos, C., Mascarenhas, M., Costa, H., Fonseca, C. (2016). Managing coniferous production forests towards bat conservation. *Wildlife Research*, 43(1), 80–92. <https://doi.org/10.1071/WR14256>
- Pētersons, G., Vintulis, V., Šuba, J. (2010). New data on the distribution of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus* in Latvia. *Estonian Journal of Ecology*, 59, 62–69. [10.3176/eco.2010.1.05](https://doi.org/10.3176/eco.2010.1.05)
- Pietrzak, L., Duriasz, J. (2022). Cenne zimowisko nietoperzy w Naterkach k. Olsztyna. *Przegląd Przyrodniczy*, 33(1), 57–60. https://kp.org.pl/images/pp/artyku%C5%82y_od_2019/1_2022_XXXIII_1/Pietrzak_Duriasz_2022_Zimowisko_nietoperzy_Naterki_Olsztyn.pdf
- Pir, J.B., Dietz, M. (2014). Erste Wochenstubenkolonien der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*, Schreber, 1774) in Luxemburg. *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, 115, 185–192. https://www.researchgate.net/publication/271701114_Erste_Wochenstubenkolonien_der_Mopsfledermaus_Barbastella_barbastellus_Schreber_1774_fur_Luxemburg
- Rachwald, A., Boratyński, J.S., Krawczyk, J., Szurlej, M., Nowakowski, W.K. (2021). Natural and anthropogenic factors influencing the bat community in commercial tree stands in a temperate lowland forest of natural origin (Białowieża Forest). *Forest Ecology and Management*, 479, 118544. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118544>
- Rachwald, A., Ciesielski, M., Szurlej, M., Żmihorski, M. (2022). Following the damage: Increasing western barbastelle bat activity in bark beetle infested stands in Białowieża Primeval Forest. *Forest Ecology and Management*, 503, 119803. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119803>
- Rachwald, A., Gottfried, I., Gottfried, T., Szurlej, M. (2018). Occupation of crevice-type nest-boxes by the forest-dwelling western barbastelle bat *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Folia Zoologica*, 67(3–4), 231–238. <https://doi.org/10.25225/fozo.v67.i3-4.a12.2018>
- Rachwald, A., Labocha, M. (1996). Różnice w występowaniu nietoperzy w drzewostanach naturalnych i zagospodarowanych w Puszczy Białowieskiej (wschodnia Polska). W: B.W. Wołoszyn (red.), *Aktualne problemy ochrony nietoperzy w Polsce* (s. 111–122). Kraków: Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN.



- Radzicki, G., Hejduk, J., Bajbura, J. (1999). Tits (*Parus major* and *Parus caeruleus*) preying upon hibernating bats. *Ornis Fennica*, 76, 93–94. https://www.researchgate.net/publication/285890267_Tits_Parus_major_and_Parus_caeruleus_preying_upon_hibernating_bats
- Rakhmatulina, I.K. (1988). Novye dannye o rasprostranenii evropejskoj shirokoushki v Azerbedzhane. *Vestnik Zoologii*, 4, 85. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-65038-8_43-1
- Ranius, T., Niklasson, M., Berg, N. (2009). Development of tree hollows in pedunculate oak (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management*, 257(1), 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.007>
- Rebelo, H., Tarroso, P., Jones, G. (2010). Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology*, 16, 561–576. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02021.x>
- Řehák, Z. (2000). Central European bat sounds. *Nietoperze*, 1, 29–37. <https://www.muni.cz/vyzkum/publikace/344456>
- Richter, T., Jestädt, K., Leitz, R., Linner, J., Müller, J., Hagge, J. (2019). Quartiernutzung der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im Nationalpark Bayerischer Wald und eine Evaluation von Erfassungsmethoden. *Nyctalus*, 19(3), 270–284. <https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2019/12/Bd-19-3-270-284-1.pdf>
- Rivers, N.M., Butlin, R.K., Altringham, J.D. (2005). Genetic population structure of Natterer's bats explained by mating at swarming sites and philopatry. *Molecular Ecology*, 14, 4299–4312. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02748.x>
- Rodríguez-San Pedro, A., Simonetti, J.A. (2013). Foraging activity by bats in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations in central Chile. *Acta Chiropterologica*, 15(2), 393–398. <https://doi.org/10.3161/150811013X679017>
- Roer, H. (1995). 60 years of bat-banding in Europe – results and tasks for future research. *Myotis*, 32–33, 251–261.
- Roué, S., Schwaab, F. (2003). Répartition et status de la Barbastelle, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), dans la moitié nord de la France. *Nyctalus*, 8, 646–657. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S646-657.pdf
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz.U. 2016 poz. 2183. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20160002183>
- Rudolph, B.U., Hammer, M., Zahn, A. (2003). The Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) in Bavaria. *Nyctalus*, 8, 565–580.
- Ruprecht, A.L. (1983). *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). W: Pucek Z., Raczynski J. (red.), *Atlas rozmieszczenia ssaków w Polsce* (s. 81–82). Warszawa: PWN. <https://www.rcin.org.pl/dlibra/publication/149108?>
- Russo, D., Billington, G., Bontadina, F., Dekker, J., Dietz, M., Gazaryan, S., Jones, G., Meschede, A., Rebelo, H., Reiter, G., Ruczyński, I., Tillon, L., Twisk, P. (2016). Identifying key research objectives to make European forests greener for bats. [Perspective]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4. <https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00087>
- Russo, D., Cistrone, L., Budinski, I., Console, G., Della Corte, M., Milighetti, C., Di Salvo, I., Nardone, V., Brigham, R.M., Ancillotto, L. (2017). Sociality influences thermoregulation and roost switching in a forest bat using ephemeral roosts. *Ecology and Evolution*, 7(14), 5310–5321. <https://doi.org/10.1002/ece3.3111>

- Russo, D., Cistrone, L., Garonna, A.P., Jones, G. (2010). Reconsidering the importance of harvested forests for the conservation of tree-dwelling bats. *Biodiversity and Conservation*, 19(9), 2501–2515. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9856-3>
- Russo, D., Cistrone, L., Jones, G. (2005). Spatial and temporal patterns of roost use by tree-dwelling barbastelle bats *Barbastella barbastellus*. *Ecography*, 28(6), 769–776. <https://doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04343.x>
- Russo, D., Cistrone, L., Jones, G. (2007). Emergence time in forest bats: the influence of canopy closure. *Acta Oecologica*, 31(1), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2006.11.001>
- Russo, D., Cistrone, L., Jones, G., Mazzoleni, S. (2004). Roost selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*, Chiroptera: Vespertilionidae) in beech woodlands of central Italy: consequences for conservation. *Biological Conservation*, 117, 73–81. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00266-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00266-0)
- Russo, D., Di Febbraro, M., Cistrone, L., Jones, G., Smeraldo, S., Garonna, A.P., Bosso, L. (2015). Protecting one, protecting both? Scale-dependent ecological differences in two species using dead trees, the rosalia longicorn beetle and the barbastelle bat. *Journal of Zoology*, 297(3), 165–175. <https://doi.org/10.1111/jzo.12271>
- Russo, D., Salinas-Ramos, V.B., Ancillotto, L. (2020). Barbastelle bat *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). W: K. Hackländer, F.E. Zachos (red.), *Handbook of the Mammals of Europe*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8_43-1
- Rydell, J., Bogdanowicz, W. (1997). *Barbastella barbastellus*. *Mammalian Species*, 557, 1–8. <https://doi.org/10.2307/3504499>
- Rydell, J., Natuschke, G., Theiler, A., Zingg, P.E. (1996). Food habits of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *Ecography*, 19(1), 62–66. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1996.tb00155.x>
- Sachanowicz, K. (2003). Kolonizacja sztucznych schronień przez nietoperze w Lasach Łukowskich. *Nietoperze*, 4(1), 39–43.
- Sachanowicz, K., Ciechanowski, M. (2005). *Nietoperze Polski*. Warszawa: MULTICO Ofic. Wyd.
- Sachanowicz, K., Ciechanowski, M., Paszkiewicz, R., Szkudlarek, R. (2004). Bridges as a new roost type for barbastelle bats, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), during summer and autumn. *Nyctalus*, 9, 412–413.
- Salari, L., Di Canzio, E. (2009). I chirotteri del Pleistocene superiore e Olocene antico di alcune grotte dell'Italia centro-meridionale. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona – Geologia-Paleontologia-Preistoria*, 33, 3–25. https://www.researchgate.net/publication/318227810_I_chirotteri_del_Pleistocene_superiore_e_Olocene_antico_di_alcune_grotte_dell'Italia_centro-meridionale
- Schnitzler, H.U., Kalko, E.K.V. (2001). Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience*, 51(7), 557–569. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0557:EBIEB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0557:EBIEB]2.0.CO;2)
- Schreber, J.Ch.D. (1774). *Die Säugthiere in Abbildungen nach der Natur, mit Beschreibungen*. Cz. 1: Der Mensch. Der Affe. Der Maki. Die Fledermaus. Erlangen: Expedition des Schreber'schen säugthier- und des Esper'schen Schmetterlingswerkes.
- Seibert, A.M., Koblit, J.C., Denzinger, A., Schnitzler, H.-U. (2015). Bidirectional Echolocation in the Bat *Barbastella barbastellus*: Different Signals of Low Source Level Are Emitted Upward through the Nose and Downward through the Mouth. *Plos One*, 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135590>



- Shpak, A., Godlevska, L., Larchanka, A., Savchenko, M., Vorobei, P., Molchan, U., Mikhailau, A. (2022). Data on the summer bat fauna of Belarus in 2017–2020. *Theriologia Ukrainica*, 23, 20–30. <http://doi.org/10.15407/TU2305>
- Sieprawski, A., Trzeciak-Sieprawska, K., Grzywiński, W. (2018). Wpływ udostępnienia drzewostanów sosnowych III klasy wieku na aktywność nietoperzy. Materiały XXVII Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej, Białowieża.
- Sierro, A. (1999). Habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*) in the Swiss Alps (Valais). *Journal of Zoology*, 248(4), 429–432. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1469-7998.1999.tb01042.x>
- Sierro, A. (2003). Habitat use, diet and food availability in a population of *Barbastella barbastellus* in a Swiss alpine valley. *Nyctalus*, 8(6), 670–673. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2020/02/B8_H6_2003_S670-673.pdf
- Sierro, A., Arlettaz, R. (1997). Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths: implications for foraging tactics and conservation. *Acta Oecologica*, 18(2), 91–106. [https://doi.org/doi:10.1016/S1146-609X\(97\)80067-7](https://doi.org/doi:10.1016/S1146-609X(97)80067-7)
- Solick, D.I., Barclay, R.M.R. (2006). Thermoregulation and roosting behaviour of reproductive and nonreproductive female western long-eared bats (*Myotis evotis*) in the Rocky Mountains of Alberta. *Canadian Journal of Zoology*, 84(4). <https://doi.org/10.1139/z06-028>
- Sparks, T.H., Tryjanowski, P. (2005). The detection of climate impacts: some methodological consideration. *Int. J. Climatol.*, 25, 271–277. <https://doi.org/10.1002/joc.1136>
- Stachyra, P., Piskorski, M., Tchórzewski, M., Łopuszyńska-Stachyra, K., Mysłajek, R. W. (2022). Importance of anthropogenic winter roosts for endangered hibernating bats. *Journal of Vertebrate Biology*, 71, 21071. <https://doi.org/10.25225/jvb.21071>
- Steffens, R., Zöphel, U., Brockmann, D. (2004). 40 Jahre Fledermaus-markierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. Materialien zur Naturschutz und Landschaftspflege. Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. <https://docplayer.org/47616968-40-jahre-fledermausmarkierungszentrale.html>
- Stone, E.L., Harris, S., Jones, G. (2015). Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology*, 80, 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.02.004>
- Szulc-Guziak, D. (1996). Niebywałe odkrycie. *Biuletyn PTPP „pro Natura”*, 2, 5–6.
- Theiler, A. (2003). Übersicht über die Situation der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) in der Schweiz. *Nyctalus*, 8, 686–688.
- Tillon, L., Langridge, J., Aulagnier, S. (2018). Bat conservation management in exploited European temperate forests. W: M. Heimo (red.), *Bats* (s. 63–79).
- Toffoli, R. (2019). The bats of the Rio Martino Cave, North West Italy (Mammalia Chiroptera). *Biodiversity Journal*, 10, 249–257. <http://dx.doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2019.10.3.249.257>
- Toffoli, R., Cucco, M. (2020). Habitat suitability, connection analysis and effectiveness of protected areas for conservation of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus* in NW Italy. *Acta Chiropterologica*, 22(2), 271–281. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.2.004>
- Topál, G. (1989). Tertiary and Early Quaternary remains of *Corynorhinus* and *Plecotus* from Hungary (Mammalia, Chiroptera). *Vert Hung*, 23, 33–55.

- Trujillo, D., Ibáñez, C., Juste, J. (2002). A new subspecies of *Barbastella barbastellus* (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) from the Canary islands. *Revue Suisse de Zoologie*, 109(3), 543–550. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.79609>
- Tyszkó-Chmielowiec, P. (2012). Aleje – skarbnice przyrody. Praktyczny podręcznik ochrony drzew przydrożnych i ich mieszkańców. Wrocław: Fundacja EkoRozwoju.
- Uhrin, M. (1995). The finding of a mass winter colony of *Barbastella barbastellus* and *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in Slovakia. *Myotis*, 32–33, 131–133. https://www.researchgate.net/publication/269110368_The_finding_of_a_mass_winter_colony_of_Barbastella_barbastellus_and_Pipistrellus_pipistrellus_Chiroptera_Vespertilionidae_in_Slovakia
- Urbańczyk, Z. (1991). Hibernation of *Myotis daubentonii* and *Barbastella barbastellus* in Nietoperek Bat Reserve. *Myotis*, 29, 115–120.
- Veith, M., Beer, N., Kiefer, A., Johannesen, J., Seitz, A. (2004). The role of swarming sites for maintaining gene flow in brown long-eared bat (*Plecotus auritus*). *Heredity*, 93, 342–349. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800509>
- Verboom, B., Boonman, A.M., Limpens, H.J.G.A. (1999). Acoustic perception of landscape elements by the pond bat (*Myotis dasycneme*). *J. Zool.*, 248(1), 59–66. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1999.tb01022.x>
- Verboom, B., Huitema, H. (1997). The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12, 117–125. <https://doi.org/10.1007/BF02698211>
- Voigt, C.C., Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik, D., Limpens, H.J.G.A. (2018). Guidelines for consideration of bats in lighting projects. EUROBATS Publication Series No. 8. Bonn: UNEP/EUROBATS Secretariat. https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/WEB_EUROBATS_08_ENGL_NVK_19092018.pdf
- Voigt, C.C., Dekker, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Lewanzik, D., Limpens, H.J.G.A., Mathews, F., Rydell, J., Spoelstra, K., Zagamajster, M. (2021). The impact of light pollution on bats varies according to foraging guild and habitat context. *BioScience*, 71(10), 1103–1109. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab087>
- Waters, D.A. (2003). Bats and moths: what is there left to learn? *Physiological Entomology*, 28, 237–250. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2003.00355.x>
- Weidner, H. (2000). Zur Situation der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreiber, 1774), im Kreis Greiz (Ostthüringen) unter besonderer Berücksichtigung von Netzfängen und Winterquartierkontrollen. *Nyctalus*, 7, 423–432. https://nyctalus.com/wp-content/uploads/2021/03/B7_H4_2000_S423-432.pdf
- Weidner, H., Geiger, H. (2003). Situation of the Barbastelle (*Barbastella barbastellus* Schreiber, 1774) in Thuringia. *Nyctalus*, 8, 689–696.
- Wilson, D.E., Reeder, D.M. (red.) (2005). Species *Barbastella barbastellus*. W: Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (wyd. 3). Johns Hopkins University Press.
- Wojtaszyn, G., Rutkowski, T., Gottfried, I., Gottfried, T., Stephan, W. (2015). Występowanie i ochrona nietoperzy w konstrukcjach drogowych i kolejowych w zachodniej Polsce. *Przegląd Przyrodniczy*, 26(2), 30–52. https://www.researchgate.net/publication/284550383_Wystepowanie_i_ochrona_nietoperzy_w_konstrukcjach_drogowych_i_kolejowych_w_polsce_zachodniej_The_occurrence_and_conservation_of_bats_in_road_and_railway_structures_in_western_Poland



- Wojtaszyn, G., Rutkowski, T., Stephan, W., Wiewióra, D., Jaros, R. (2013). The largest hibernaculum of *Barbastella barbastellus* in Central Europe (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx*, 44, 185–188. https://www.researchgate.net/publication/273317558_The_largest_hibernaculum_of_Barbastella_barbastellus_in_Central_Europe_Chiroptera_Vespertilionidae
- Wojtaszyn, G., Stephan, W., Rutkowski, T., Jaros, R., Ignaczak, M., Lesiński, G. (2020). Hibernation of bats in post-Soviet military objects in Poland. *Fragmenta Faunistica*, 63(1), 53–61. <https://rcin.org.pl/dlibra/publication/180648/edition/145247/content>
- Zeale M. R. K., Davidson-Watts I., Jones G. 2012. Home range use and habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*): implications for conservation. *Journal of Mammalogy* 93(4): 1110–1118. doi:10.1644/11-mamm-a-366.1. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-366.1>

