

Obserwacja zaleciałego samca iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER 1840) (Odonata: Coenagrionidae) nad zbiornikiem antropogenicznym na przedmieściach Lublina

A record of a single stray male Sedgling *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER 1840) (Odonata: Coenagrionidae) at an anthropogenic waterbody in the Lublin city suburbs

Piotr MIKOŁAJCZUK¹, Nikola GÓRAL^{2,3,4}

¹Sekcja Odonatologiczna Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, e-mail: gugapm@wp.pl

²Uniwersytet Adama Mickiewicza, Wydział Biologii, Laboratorium Dydaktyki i Ochrony Przyrody, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań, ORCID: 0000-0002-1764-1723, e-mail: goral.nikola@gmail.com

³Uniwersytet Adama Mickiewicza, Wydział Biologii, Laboratorium Technik Biologii Molekularnej, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań

⁴Uniwersytet Adama Mickiewicza, Szkoła Doktorska Nauk Przyrodniczych, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań

Abstract: *Nehalennia speciosa* is the smallest European damselfly, predominantly inhabiting environments with a high degree of naturalness that support vegetation with a distinctive spatial structure. Until recently, it was considered a low-mobile species with limited dispersal abilities, but this view is being challenged ever more frequently. This study describes the record of a single stray male in a shallow anthropogenic waterbody in the suburbs of Lublin (E Poland), a city with approximately 330,000 inhabitants. Between 2022 and 2024, this waterbody exhibited extreme astatic conditions, with water appearing only sporadically after significant rainfall, making it unsuitable for the species' development. Based on aerial photographic map analysis and field surveys, the nearest active population of the species was estimated to be 17.4 km away. This observation provides further evidence of the species' potential for long-distance dispersal. Previous findings suggest that such dispersal can occur at high altitudes, assisted by air currents, so that detecting it by means of capture-mark-recapture (CMR) studies, for example, is practically impossible.

Key Words: long-distance dispersal, mobility, flight, non-autochthonous occurrence, Zygoptera

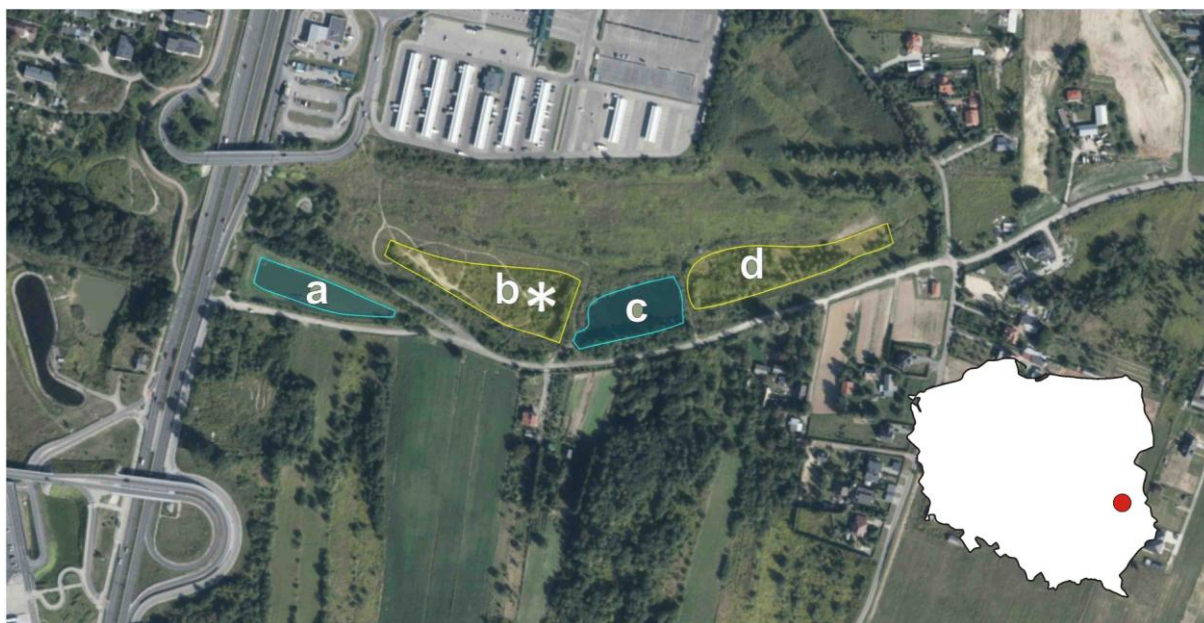
Wstęp

Iglica mała *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) to najmniejsza europejska ważka, zasiedlająca w znakomitej przewadze siedliska o wysokim stopniu naturalności – najczęściej ubogie w biogeny wody torfowisk (np. BERNARD i WILDERMUTH 2005a). Kluczowym dla gatunku elementem siedliska jest płytko podtopiona roślinność niskoszuwarowa o specyficznej strukturze przestrzennej. Imagines iglicy znane są z niezwykle silnego przywiązania do takiej roślinności, w obrębie której latają tylko na krótkie – z reguły nie przekraczające jednorazowo 2 m – dystanse (np. BERNARD i WILDERMUTH 2005b). Przeciwnie do większości innych ważek, gatunek ten nie odlatuje od siedlisk rozwoju na czas dojrzewania, żerowania czy podczas niekorzystnych warunków pogodowych, odznaczając się zarazem wyjątkowo dużą rzadkością stwierdzeń poza stanowiskami rozwoju – zarówno w znacznym (np. kilkanaście km) oddaleniu od nich, jak również i w bliskim (np. 100 m) ich sąsiedztwie.

Z powyższych powodów, iglica mała była dawniej uznawana powszechnie za gatunek mało mobilny, o niskiej zdolności do rozprzestrzeniania się (np. REINHARDT 1994, SCHMIDT i STERNBERG 1999, BERNARD i WILDERMUTH 2005a, HARABIŠ i DOLNÝ 2011). Współcześnie jednak, ze względu na duży wzrost liczby stwierdzeń kolonizacji ponownie uwodnionych stanowisk (np. MAUERSBERGER 2012, MIKOŁAJCZUK 2021), niskie zróżnicowanie genetyczne (BERNARD i in. 2011, SUVOROV 2011), obserwacje behawioru dyspersyjnego (MIKOŁAJCZUK 2017), a także kolejne przypadki obserwacji osobników daleko od siedlisk rozwoju (np. KARJALAINEN 2010, HUMALA i POLEVOI 2020) – pogląd o niskiej mobilności gatunku jest kwestionowany (MIKOŁAJCZUK 2021, GÓRAL 2024). Celem niniejszej notatki jest przedstawienie kolejnej obserwacji iglicy w znacznym oddaleniu od siedlisk rozwoju, mającej dodatkowo miejsce na terenie istotnie przekształconym – w warunkach podmiejskich, w pobliżu zwartej zabudowy Lublina.

Metody

Obserwacja osobnika zaleciałego miała miejsce podczas jednej z serii obserwacji prowadzonych w latach 2022-2024 – było to kilka obserwacji rocznie, przeprowadzanych w nieregularnych odstępach czasu. Badania obejmowały obserwację imagines ważek „gołym okiem” oraz poszukiwanie larw za pomocą czepaka hydrobiologicznego i sitka kuchennego. Badania prowadzono w kompleksie zbiorników wody deszczowej w Elizówce (N 51.285315, E 22.577266 – N 51.285656, E 22.585843, UTM FB18). W jego skład wchodziły położone w lessowej niecce, dwa permanentne zbiorniki eutroficzne (Ryc. 1: **a** i **c**) oraz dwa płytkie zbiorniki astatyczne (Ryc. 1: **b** i **d**) – z wodą pojawiającą się tylko epizodycznie, po większych opadach. W otoczeniu kompleksu dominował krajobraz otwarty i półotwarty, głównie nieużytki.



Ryc. 1. Kompleks zbiorników wody deszczowej w Elizówce: **a**, **c** – eutroficzne zbiorniki permanentne; **b**, **d** – zbiorniki astatyczne, zalewane tylko epizodycznie; * – miejsce obserwacji zaleciałego samca *Nehalennia speciosa*. Podkład mapowy: Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej.

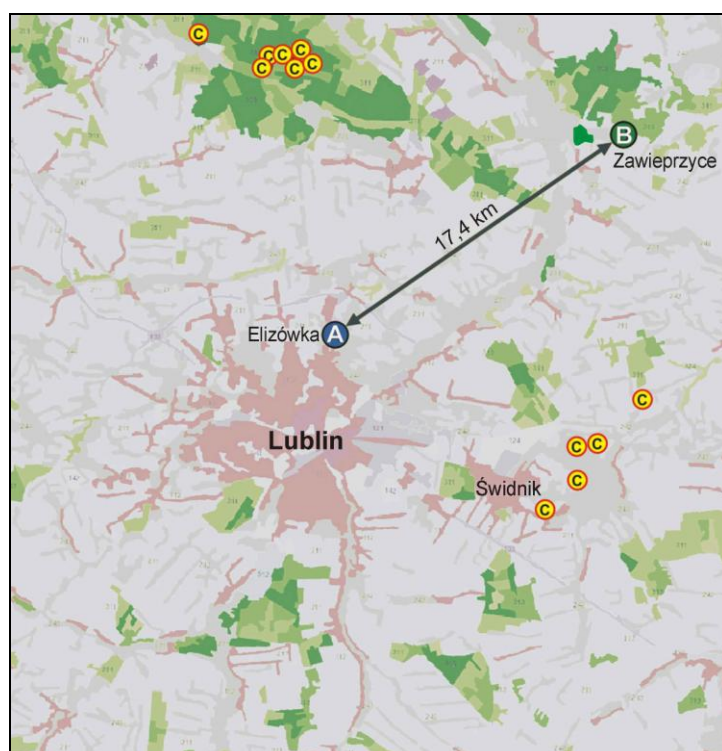
Fig. 1. The complex of rainwater bodies in Elizówka: **a**, **c** – permanent eutrophic waterbodies; **b**, **d** – astatic waterbodies, containing water only intermittently; * – location of the recorded straggler male *Nehalennia speciosa*. Basemap: Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej.

Na podstawie map fotograficznych (GOOGLE EARTH b.d., GEOPORTAL... b.d) wytypowano wszystkie potencjalne stanowiska iglicy w promieniu ok. 17,5 km od stanowiska w Elizówce – bagna i zbiorniki oligo- do mezotroficznych z widocznym szuwarem niskim i średnioniskim (Tab. 1, Ryc. 2). Mapy fotograficzne były interpretowane manualnie, poprzez ocenę specjalistyczną bazującą na analizach koloru, rozmiaru, kształtu, faktury i relacji kontekstowych obiektów, zgodnie z zasadami podanymi przez MORGAN i in. (2010). Obszar analizy obejmujący obiekty w promieniu 17,5 km od miejsca obserwacji wybrano ze względu na to, że jest to odległość, w obrębie której znajduje się najbliższe znane stanowisko gatunku – torfowisko w Zawieprzycach (BUCZYŃSKI i KARASEK 2020).

Stanowisko / Site	N	E
A – Elizówka	51.285035	22.581042
B – Zawieprzyce	51.373714	22.786459
C1 – Torfowisko w Jackowie	51.235738	22.752560
C2	51.256369	22.798921
C3	51.236730	22.766975
C4	51.219847	22.753784
C5	51.207023	22.730346
C6	51.408438	22.533718
C7	51.404013	22.530097
C8	51.409387	22.542134
C9	51.404033	22.551954
C10	51.411371	22.556483
C11	51.404835	22.564952
C12	51.417152	22.483748

Tabela 1. Współrzędne ujętych w pracy stanowisk (Ryc 2).

Table 1. Coordinates of the localities covered by in the study (Fig. 2).



Ryc. 2. Położenie stanowiska w Elizówce (A) względem najbliższej znanej aktywnej populacji (B) i pozostałych, niezasielonych współcześnie stanowisk potencjalnych (C).

Fig. 2. Location of the Elizówka (A) site in relation to the nearest known active population (B) as well as other potential sites, not currently occupied (C).

Wyniki

Szczegóły obserwacji osobnika zaleciałego

Starego samca iglicy małej obserwowano na zbiorniku **b** (współrzędne: N 51.285035, E 22.581042) dniu 04.08.2022 r. Zbiornik ten był wówczas płytko (do 20 cm) zalany wodą, a jego szatę roślinną stanowiła mozaika wierzbowych zarośli, płatów *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH, niewielkich płatów *Eleocharis* sp. oraz rozjeżdżanych przez quady i motocykle dróg z odsłoniętym lessowym podłożem. Mikrosiedliskiem iglicy był podtopiony na mniej niż 10 cm płat niskiej, umiarkowanie gęstej roślinności – budowany głównie przez *Eleocharis* sp., z domieszkami *Agrostis* sp. i *C. epigejos* (Ryc. 3). Zarówno podczas wcześniejszej kontroli w maju, jak i niespełna tydzień po obserwacji iglicy (10.08.2022) cały zbiornik **b** był wyschnięty (Ryc. 4).



Ryc. 3. Siedlisko zaleciałego samca *Nehalennia speciosa* nad zbiornikiem **b** w Elizówce.

Fig. 3. Habitat of the stray male *Nehalennia speciosa* at waterbody **b** in Elizówka.



4 VIII 2022



10 VIII 2022



15 VIII 2024



21 VIII 2024

Ryc. 4. Siedlisko zaleciałego samca *Nehalennia speciosa* nad zbiornikiem **b** w Elizówce.

Fig. 4. Habitat of the stray male *Nehalennia speciosa* at waterbody **b** in Elizówka.

Obserwacje zbiornika **b** na przestrzeni lat 2022-2024 oraz przegląd starszych map lotniczych wskazują, że jest on wybitnie astatyczny – z wieloma epizodami podtopienia i zupełnego wyschnięcia w trakcie okresu wegetacyjnego. W latach 2022-2024 nie stwierdzono w jego obrębie występowania larw ważek. Wskazuje to, że obserwowany osobnik *Nehalennia speciosa* nie był autochtoniczny. Osobnik ten nie mógł też pochodzić z sąsiednich – głębokich i żyznych – zdecydowanie niesprzyjających siedliskowo zbiorników kompleksu.

Najbliższe stanowiska rozwoju

Ogląd map lotniczych i obejmująca część obiektów wizja terenowa wykazały, że grupa potencjalnych stanowisk na północy (małe śródlądowe bagna w Lasach Kozłowieckich, Ryc. 2), oddalonych od zbiornika w Elizówce o 13,5-16 km – jest w dużej części pokryta niesprzyjającą roślinnością i cierpi na znaczne deficyty wody, nie będąc jednocześnie dla gatunku sprzyjającą. Opisany wyżej teren stanowił już wcześniej przedmiot badań BUCZYŃSKIEGO (2008), które jednak nie objęły wskazanych w niniejszej pracy stanowisk.

Drużga grupa stanowisk potencjalnych znajduje się na wschodzie – są to różnego typu drobne bagna śródpolne i torfowiska alkaliczne (Ryc. 2), oddalone od zbiornika w Elizówce

o ok. 13-15,5 km. Wizja terenowa wykazała, że tylko jedno z nich (torfowisko w Jackowie) posiada sprzyjającą roślinność na znacznej powierzchni (szuwały *Equisetum fluviatile* L. i *Carex rostrata* STOKES) oraz korzystne uwodnienie. Intensywne poszukiwania w latach 2022-2023 nie potwierdziły jednak występowania gatunku na tym stanowisku, a powodem jego nieobecności były najprawdopodobniej zbyt niskie temperatury wody, spowodowane źródłiskowym typem zasilania. Należy w konsekwencji uznać, że najbliższym aktywnym stanowiskiem gatunku było oddalone o 17,4 km torfowisko w Zawieprzycach (Ryc. 2).

Dyskusja

Charakterystyczną cechą stwierdzenia zaleciałego osobnika w Elizówce była jego obecność w warunkach częściowo korzystnych – to znaczy w płytko podtopionej, sprzyjającej strukturalnie roślinności – wśród stojących dość gęsto i pionowo elementów niewysokich traw oraz *Eleocharis* sp. Wpisuje się to w szerszą prawidłowość – sprzyjająca strukturalnie roślinność jest cechą wspólną dla wszystkich tego typu doniesień z kraju. Na stanowiskach „Żwirownia Sitno”, „Międzyrzec Podl. III”, „Międzyrzec Podl. IV” osobniki zaleciałe obserwowano w podtopionych lub suchych formacjach *Carex rostrata*, *Molinia caerulea* (L.) MOENCH i *Agrostis canina* L. (MIKOŁAJCZUK 2013, 2021), natomiast na stanowisku „Paśniki” była to także strukturalnie sprzyjająca, lądowa formacja *Calluna vulgaris* (L.) HULL (ŁUKASIK 2014). Obserwacja z Elizówki wyróżnia się jednak od pozostałych krajowych stwierdzeń dużo większą (17,4 km) odległością od najbliższego stanowiska rozwoju, która dotąd nie przekraczała 3 km.

Stwierdzenia kolonizacji nowych siedlisk oraz obserwacje osobników zaleciałych na stanowiskach niesprzyjających do rozwoju są w Europie podawane regularnie (BURBACH i SCHIEL 2004, BERNARD i WILDERMUTH 2005a, BERNARD i BUCZYŃSKI 2008, DEHONDT i in. 2010, KARJALAINEN 2010, KONOPKO 2011, MAUERSBERGER 2012, MIKOŁAJCZUK 2013, ŁUKASIK 2014, KARJALAINEN 2015, HUMALA i POLEVOI 2020, MIKOŁAJCZUK 2021). Doniesienia te pochodzą zarówno z zasobnych w populacje, głównych partii zasięgu, jak również z jego części skrajnych, gdzie gatunek jest bardzo rzadki – np. ze wschodniej Francji (DEHONDT i in. 2010). Do najbardziej istotnych tego typu stwierdzeń należą dobrze udokumentowane przypadki kolonizacji nowych stanowisk w Niemczech na dystansach do 22 km od najbliższych populacji (BURBACH i SCHIEL 2004, MAUERSBERGER 2012) oraz kilkanaście skolonizowanych w zaledwie kilka lat stanowisk w Polsce na dystansach do 7,5 km (MIKOŁAJCZUK 2021). Interesujące ze względu na swą specyfikę są też obserwacje imagines na pozbawionych dogodnych siedlisk, małych wyspach niedaleko Helsinek (KARJALAINEN 2010) i na jeziorze Onega (HUMALA i POLEVOI 2020), a także w warunkach miejskich – osobnik w sieci pajęczej na balkonie w centrum Kijowa (FRANTSEVICH L. u BERNARDA i WILDERMUTHA 2005a) i w centrum fińskiego Espoo (KARJALAINEN 2015). Jeśli chodzi o imagines zaleciałe, to stwierdzenie z Elizówki należy do najdalszych tego typu obserwacji. Podkreślić jednak przy tym należy, że ustalenie odległości od najbliższego stanowiska rozwoju jest w wielu takich przypadkach niemożliwe lub poważnie utrudnione, między innymi ze względu na niedostateczne rozpoznanie terenów wokół miejsca stwierdzenia.

Dotychczasowe obserwacje wskazują, że prosty model losowej, naziemnej (odbywającej się wśród roślin) dyspersji – ze stopniowym spadkiem gęstości występowania w miarę oddalania się od centrum populacji – nie jest w kontekście rozprzestrzeniania się iglicy właściwy. W sprzeczności z takim modelem stoi:

- 1 – wyjątkowo duża rzadkość obserwacji imagines w relatywnie bliskim (np. 200 m) sąsiedztwie nawet dużych populacji;

- 2 – jednoczesne przypadki kolonizacji znacznie bardziej odległych obiektów;
- 3 – stwierdzenia osobników zaleciałych na wyspach morskich i jeziornych – do których brak drogi lądowej;
- 4 – uderzająca stałość obserwacji gatunku w sprzyjającej roślinności – także wówczas, kiedy są to osobniki zaleciałe w miejscach niesprzyjających do rozwoju.

Koncepcją znacznie bardziej odpowiadającą obserwacjom jest inna forma dyspersji, to znaczy przemieszczanie się na dużych wysokościach – jako aktywny lot w pierwszej fazie (wznoszenie), następnie wysoki lot aktywny lub półaktywny przy wsparciu prądów powietrznych i na końcu aktywne (?) opadanie (BURBACH i SCHIEL 2004, MIKOŁAJCZUK 2017, 2021). Hipoteza ta zakłada, że lecące na znacznej wysokości imagines wyszukują potencjalnych siedlisk obserwując teren z góry i tym samym nie lądują w miejscach zupełnie przypadkowych, lecz przynajmniej częściowo sprzyjających – a zatem tam, gdzie jest obecna sprzyjająca roślinność. Schemat ten wyjaśniałby zarówno wspomnianą już, uderzającą stałość obserwacji imagines w sprzyjającej strukturalnie roślinności, jak również dużą rzadkość obserwacji w relatywnie bliskim (np. 200 m) sąsiedztwie siedlisk rozwoju. Sąsiedztwo takie byłoby w trakcie dalekich wędrówek pomijane, ponieważ nie jest ono z reguły jakkolwiek sprzyjające. Zarysowany wyżej model dalekiej dyspersji jest prawdopodobny, zwłaszcza że u iglicy zaobserwowano charakterystyczny behavior – aktywne wznoszenie się imagines wysoko w powietrze, wydające się być równoznaczne z opuszczaniem zajmowanego dotąd stanowiska (MIKOŁAJCZUK 2017). Ten sam behavior wykazywany był także u innych niedużych gatunków Zygotera, np. *Coenagrion hylas* (TRYBOM, 1889) (KIAUTA i KIAUTA 1991) i *Ischnura aurora* (BRAUER, 1865) (O'FARRELL 1971, ROWE 1978), u których również udokumentowano przypadki dyspersji dalekodystansowej (≥ 10 km) (O'FARRELL 1971, LANDMANN i in. 2021). Za możliwością prowadzenia wędrówek wysoko w powietrzu przemawiają też przypadki odłowu niedużych Zygotera w sieć przymocowaną do samolotu. Sposobem tym odłowiono *Ischnura hastata* (SAY, 1840) na wysokości 300 m, a także jednego niezidentyfikowanego osobnika Zygotera na wysokości aż 900 m (GLICK 1939).

Powyższe wnioski i hipotezy dotyczące rozprzestrzeniania się *Nehalennia speciosa* wpisują się w szerszą dyskusję na temat potencjału dyspersyjnego niedużych Zygotera. Potencjał ten był najczęściej oceniany jako niski, zwłaszcza u gatunków rzadkich i zagrożonych (GÓRAL 2024). Ocena taka wynikała najczęściej z wyników badań uzyskanych z użyciem metody Capture-Mark-Recapture (CMR), która – jak wskazuje GÓRAL (2024) – posiada jednak liczne ograniczenia i nie może być jedyną przesłanką do takiej oceny. Wyniki uzyskane metodą CMR były niejednokrotnie sprzeczne z innymi danymi obserwacyjnymi oraz modelami bazującymi na danych genetycznych (np. JÖDICKE 1997, GEENEN i in. 2000, GÓRAL 2024). Dobrym przykładem jest tu *Ischnura pumilio* (CHARPENTIER, 1825) – gatunek wysoce dynamiczny, szybko kolonizujący nowe wody, będący współcześnie w wyraźnej ekspansji terytorialnej (BOUDOT i ŠALAMUN 2015) – jednak w badaniach CMR rysujący się jako mało mobilny, o niskim potencjale dyspersyjnym (ALLEN i THOMPSON 2010). Powyższe rozbieżności wydają się być rezultatem znacznego niedoszacowania dyspersji dalekodystansowej w metodzie CMR (GÓRAL 2024). Wynikać to może po pierwsze z gwałtownie malejącego prawdopodobieństwa ponownego odłowienia oznakowanych osobników wraz z rosnącą odległością od stanowisk i jednoczesnym gwałtownym wzrostem powierzchni poszukiwań, a tym samym znikomej szansy odnalezienia osobników wędrujących na większą odległość. Po drugie – w badaniach CMR skupionych na stanowisku rozwoju i jego nieodległym (do kilku km) otoczeniu – osobniki wędrujące wysoko w powietrzu mogą przelatywać nad badanym terenem, stając się nieuchwytnie. Na powyższe

ograniczenia metody CMR zwracają też uwagę badacze zajmującymi się innymi grupami zwierząt, wskazując przede wszystkim, że obszar badań CMR jest często zbyt mały do uchwycenia ruchów dalekodystansowych (np. BARROWCLOUGH 1978, MATTHYSEN i in. 1995, KOENIG i in. 1996, ALBANESE i in. 2003).

Podziękowania

Składamy serdeczne podziękowania Peterowi SENN za korektę językową anglojęzycznych części tekstu.

Piśmiennictwo

- ALBANESE B., ANGERMEIER P.L., GOWAN C. 2003. Designing Mark-Recapture Studies to Reduce Effects of Distance Weighting on Movement Distance Distributions of Stream Fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* 132(5): 925-939.
- ALLEN K.A., THOMPSON D.J. 2010. Movement characteristics of the Scarce Blue-tailed Damselfly, *Ischnura pumilio*. *Insect Conservation and Diversity* 3(1): 5-14.
- BARROWCLOUGH G.F. 1978. Sampling bias in dispersal studies based on finite area. *Bird-Banding* 49(4): 333-341.
- BERNARD R., WILDERMUTH H. 2005a. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) in Europe: a case of a vanishing relict (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 34(4): 335-378.
- BERNARD R., WILDERMUTH H. 2005b. Verhaltensbeobachtungen an *Nehalennia speciosa* in Bezug auf Raum, Zeit und Wetter (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 24(3/4): 129-153.
- BERNARD R., BUCZYŃSKI P. 2008. Stan zachowania i wybiórczość siedliskowa iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w Polsce. *Odonatrix* 4(2): 43-60.
- BERNARD R., HEISER M., HOCHKIRCH A., SCHMITT T. 2011. Genetic homogeneity of the Sedgling *Nehalennia speciosa* (Odonata: Coenagrionidae) indicates a single Würm glacial refugium and trans-Palaeartic post-glacial expansion. *Journal of zoological Systematics and evolutionary Research* 49(4): 292-297.
- BOUDOT J.-P., ŠALAMUN A. 2015. *Ischnura pumilio* (CHARPENTIER, 1825). [w]: BOUDOT J.P., KALKMAN V.J. (eds). Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV Publishing, Zeist: 134-136.
- BUCZYŃSKI P. 2008. Ważki (Odonata) Lasów Kozłowieckich. *Odonatrix* 4(2): 33-42.
- BUCZYŃSKI P., KARASEK T. 2020. Ważki (Odonata) torfowiska Wielkie Błoto (Polska wschodnia). *Rocznik Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu, Przyroda* 26(online 003): 1-13.
- BURBACH K., SCHIEL F.-J. 2004. Beobachtungen zur Ausbreitungsfähigkeit von *Nehalennia speciosa* (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 23(3/4): 115-126.
- DEHONDT F., MORA F., FERREZ Y. 2010. Redécouverte en France de *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata, Zygoptera: Coenagrionidae). *Martinia* 26(1&2): 3-8.
- GEENEN S., JORDAENS K., DE BLOCK M., STOKS R., DE BRUYN L. 2000. Genetic differentiation and dispersal among populations of the damselfly *Lestes viridis* (Odonata). *Journal of the North American Benthological Society* 19(2): 321-332.
- GEOPORTAL Infrastruktury Informacji Przestrzennej. b.d. <https://www.geoportal.gov.pl>, dane z lat 2014-2024, dostęp: 09.03.2025 r.
- GLICK P.A. 1939. The distribution of insects, spiders, and mites in the air. Technical Bulletin 673, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.
- GOOGLE EARTH Pro. (Ver. 7.3.6.9796). Dane z lat 2014-2021, dostęp: 06.12.2024 r.
- GÓRAL N. 2024. Are the dispersal capabilities of Zygoptera underestimated? A critical review (Odonata). *Odonatologica* 53(3/4): 307-328.
- HARABIŠ F., DOLNÝ A. 2011. The effect of ecological determinants on the dispersal abilities of Central European dragonflies (Odonata). *Odonatologica* 40(1): 17-26.
- HUMALA A., POLEVOI A.V. 2020. First records of remarkable damselfly species *Nehalennia speciosa* (Odonata: Coenagrionidae) from the Republic of Karelia (Russia). *Russian Entomological Journal* 29(2): 123-126.
- JÖDICKE R. 1997. Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas. Lestidae. Die Neue Brehm-Bücherei 631. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- KARJALAINEN S. 2010. Suomen sudenkorennot. 2nd edition. Tammi, Porvoo.

- KARJALAINEN S. 2015. Sudenkorentokesän 2014 kohokohdat. *Crenata* 8: 10-13.
- KIAUTA B., KIAUTA M. 1991. Biogeographic considerations on *Coenagrion hylas freyi* (BILEK, 1954), based mainly on the karyotype features of a population from North Tyrol, Austria (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 20(4): 417-431.
- KOENIG W. D., VAN VUREN D., HOOGE P.N. 1996. Detectability, philopatry, and the distribution of dispersal distances in vertebrates. *Trends in Ecology and Evolution* 11(12): 514-517.
- KONOPKO D. 2011. Nowe stanowisko iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840 (Odonata: Coenagrionidae) w Trójmiejskim Parku Krajobrazowym. *Odonatrix* 7(1): 24-27.
- LANDMANN M., SCHLICK-STEINER B.C., STEINER F.M., LANDMANN A. 2021. Connectivity within isolation: dispersal, population genetics, and conservation of the rarest European damselfly. *Insect Conservation and Diversity* 14(6): 800-813.
- ŁUKASIK D. 2014. Stwierdzenie iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) w Kampinoskim Parku Narodowym. *Odonatrix* 10(1): 24-30.
- MATTHYSEN E., ADRIAENSEN F., DHONDT A.A. 1995. Dispersal distances of nuthatches, *Sitta europaea*, in a highly fragmented forest habitat. *Oikos* 72(3): 375-381.
- MAUERSBERGER R. 2012. Über Neuansiedlungen von *Nehalennia speciosa* in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula Supplement* 12: 199-209.
- MIKOŁAJCZUK P. 2013. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w południowej części Podlasia z uwagami o ekologii i mobilności gatunku. *Odonatrix* 9(1): 1-12.
- MIKOŁAJCZUK P. 2017. Mobility of imagines of *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae): observations of dispersal behavior. *Odonatrix* 13(2): 1-4.
- MIKOŁAJCZUK P. 2021. Habitat selection and population dynamics of *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) in Southern Podlasie and adjacent areas, Mideastern Poland. *Odonatrix Supplement* 17: 1-81.
- MORGAN J.L., GERGEL S.E., COOPS N.C. 2010. Aerial Photography: A Rapidly Evolving Tool for Ecological Management. *BioScience* 60(1): 47-59.
- O'FARRELL A.F. 1971. Roosting and related activities in some Australian Zygoptera. *Journal of Entomology (A, General Entomology)* 46(1): 79-87.
- REINHARDT K. 1994. Zur Aktivität von *Nehalennia speciosa* in Nordpolen (Zygoptera: Coenagrionidae). *Libellula* 13(1/2): 1-8.
- ROWE R.J. 1978. *Ischnura aurora* (BRAUER), a dragonfly with unusual mating behaviour (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 7(4): 375-383.
- SCHMIDT B., STERNBERG K. 1999. *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840), Zwerglibelle. [w]: STERNBERG K., BUCHWALD R. (eds). *Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera)*. Eugen Ulmer, Stuttgart: 358-368.
- SUVOROV A. 2011. Comparative molecular genetics of *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER) from geographically distant populations (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 40(2): 131-136.