

Trwałość wylinek w warunkach naturalnych: Wyniki monitoringu wybranych gatunków ważek różnoskrzydłych (Odonata: Anisoptera) nad jeziorem Pław w zachodniej Polsce

Persistence of exuviae in natural conditions: Results of monitoring of selected dragonfly species (Odonata: Anisoptera) at the lake Pław in western Poland

Anna RYCHŁA

Sekcja Odonatologiczna Polskiego Towarzystwa Entomologicznego
e-mail: rychlan@op.pl

Abstract. Exuviae of damselflies and dragonflies (Odonata) are valuable sampling material in faunistic, phenological, and monitoring research. However, one of the downsides of this method is impermanence of exuviae in natural conditions, which still makes the designation of sampling frequencies difficult. In this study, the effort has been made to investigate persistence time of exuviae of five selected dragonfly species (Anisoptera). The experiment revealed that the average durability of the exuvial material was 4 (median) to 7 (arithmetic mean) days, without any significant differences between species. However, there was considerable variation within the collected material, with minimal and maximal values lying between 1 and 35 days of persistence for individual exuviae. The results indicate, that investigations of rare species may require sampling frequencies at least at weekly scale whereas biweekly sampling should be sufficient to obtain the representative species richness.

Key Words: Anisoptera, exuviae, durability, persistence, losses, sampling frequency.

Wstęp

Wylinki ważek (Odonata), które pozostają na lądzie w wyniku przeobrażenia się larw w osobniki dorosłe, są bardzo cennym materiałem, m. in. w badaniach faunistycznych, fenologicznych, w monitoringu gatunków i w ocenie jakości siedlisk (np. BERNARD 2010, 2012, BERNARD i TOŃCZYK 2011, BRIED i in. 2012, BUCZYŃSKI i OBŁOZA 2018, CHOVANEC 2017, FISCHER i CHOVANEC 2019, GŁADYSZ i in. 2016, HARDERSEN i in. 2017, MAYNOU i MARTIN 2018, MICHALCZUK i in. 2020, MIKOŁAJCZUK 2014, MISZTA i DOLNÝ 2007, RYCHŁA i in. 2011, RYCHŁA 2005, 2019, TOŃCZYK 2006, 2007, TOŃCZYK i ZEMKO 2010, WENDZONKA 2003, 2013). Z punktu widzenia ochrony gatunkowej zbieranie wylinek należy do nieinwazyjnych metod badań faunistycznych, gdyż nie wiąże się ani z uśmiercaniem, ani nawet z łapaniem, bądź przetrzymywaniem żywych organizmów. Z tego powodu wylinki są również wykorzystywane w monitoringu gatunków chronionych w Polsce (BERNARD 2010, 2012).

Największą zaletą zbierania wylinek – w porównaniu do obserwacji osobników dorosłych – jest to, że stanowią one niezbitý dowód na przejście pełnego cyklu rozwojowego gatunku na stanowisku i tym samym potwierdzają sukces rozrodczy osobników (np. BERNARD 2010, 2012, MICHALCZUK i in. 2020, MIKOŁAJCZUK 2012, RYCHŁA 2019, WENDZONKA 2003). W przypadku imagines, jedynie obserwacje osobników teneralnych mają równoważną wartość (np. FISCHER i CHOVANEC 2019, LEWANDOWSKA i in. 2020, MIKOŁAJCZUK 2014, 2015). Kolejną zaletą zbierania

wylinek – tym razem w porównaniu do zbioru larw – jest to, że wylinki mają w pełni wykształcone gatunkowe cechy diagnostyczne znacznie ułatwiające zidentyfikowanie gatunku, a w przypadku larw wykształcenie cech jest uzależnione od stadium rozwojowego.

Poza zaletami są też wady gromadzenia takiego materiału. Do głównych wad zbierania wylinek należy przede wszystkim zaliczyć: 1) większy stopień trudności w oznaczaniu (w niektórych przypadkach konieczność posiadania binokularu) niż w przypadku osobników dorosłych, 2) konieczność sprawdzania trudno dostępnych miejsc na stanowisku, oraz 3) podatność na zniszczenia w wyniku różnych czynników (HARDERSEN i in. 2017, TENNESSEN 2019). W przypadku tego ostatniego czynnika istnieje stosunkowo niewiele informacji, które dokumentują okresy trwałości wylinek. STRAKA (2010) badając trwałość 20 wylinek łątki dziewczeczki *Coenagrion puella* (LINNAEUS, 1758) stwierdził, że największe straty – rzędu 20% – wystąpiły w ciągu pierwszego dnia po przeobrażeniu gatunku, a po trzech tygodniach pozostało około 30% obserwowanego materiału. Natomiast ALIBERTI LUBERTAZZI i GINSBERG (2009) notowali po trzech tygodniach pomiędzy 20 a 80 % pozostałych wylinek należących do różnych grup rodzajowych ważek różnoskrzydłych (Anisoptera). Przy tym wylinki wyodrębnionej grupy gatunków z rodzajów *Epithea* sp. i *Libellula* sp. przetrwały dłużej w porównaniu do innych grup rodzajowych. Wyniki te sugerują, że wylinki różnych gatunków mogą mieć inną zdolność przetrwania na stanowisku, co z kolei może mieć istotne znaczenie dla badań wykorzystujących ich zbiór.

Celem eksperymentu było uzyskanie odpowiedzi na cztery podstawowe pytania: 1) Jak kształtują się straty wylinek w obrębie jednego stanowiska? 2) Jaki jest średni czas przetrwania wylinek? 3) Czy występują istotne różnice pomiędzy gatunkami w trwałości wylinek? oraz 4) Jak proces zanikania wylinek może wpłynąć na wyniki badań ważek?

Teren badań

Eksperyment przeprowadzono nad jeziorem Pław (zwanym również jeziorem Pławno lub Pławno Duże) (51°59'07"N; 15°11'52" E, UTM WT15) znajdującym się w gminie Dąbie, w województwie lubuskim. Jest to płytki naturalny zbiornik eutroficzny, z silnie rozwiniętą roślinnością o liściach pływających – zdominowaną przez grzybienie (*Nymphaea* sp.) oraz ze strefą przybrzeżną w postaci pła charakterystycznego dla torfowiska przejściowego. Cały zbiornik otoczony jest podsychającym olsem o szerokości do kilkudziesięciu metrów. Jezioro jest użytkowane jako łowisko przez Polski Związek Wędkarski, jednak podczas prowadzonych kontroli, a także w innych latach wędkarzy widywano sporadycznie.

Materiał i metody

Do obserwacji wybrano pięć gatunków ważek różnoskrzydłych (Anisoptera). Były to: szklarka zielona *Cordulia aenea* (LINNAEUS, 1758), ważka czteroplama *Libellula quadrimaculata* LINNAEUS, 1758, przeniela dwuplami *Epithea bimaculata* (CHARPENTIER, 1825), zalotka spłaszczona *Leucorrhinia caudalis* (CHARPENTIER, 1840) i zalotka większa *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825). Metoda obserwacji polegała na wyszukiwaniu wylinek obecnych na roślinności porastającej strefę brzegową przy tafli jeziora. Substratem dla wychodzących wylinek były przede wszystkim turzycy, sporadycznie pojedyncze łodygi pałek oraz pnie młodych olch. Znalezione wylinki oznaczano do gatunku (bez ich dotykania), przy czym wybrano jedynie gatunki ważek różnoskrzydłych, które łatwo oznaczyć w terenie. Następnie każdą wylinkę znakowano wodoodpornym markerem i pozostawiono do następnej wizyty kontrolnej. Podczas kolejnej kontroli przeprowadzono tę samą procedurę znakowania w stosunku do nowo znalezionych wylinek oraz zliczano wylinki już oznakowane podczas poprzedniej

wizyty dodając kolejny znacznik. Podczas każdej kontroli stosowano inny kolor markera – w ten sposób uzyskano informację, z którego dnia kontroli pochodzi dana wylinka, oraz umożliwiło to obliczenie czasu przetrwania tej wylinki na roślinności. Obserwacje prowadzono od 29 IV 2020 r. do 11 VI 2020 r. W tym czasie przeprowadzono łącznie 11 kontroli. Wylinki znakowano od 29 IV do 22 V 2020 r. Po tym czasie zliczano już tylko te oznakowane.

Do przetestowania różnic w długości przetrwania wylinek pomiędzy poszczególnymi gatunkami użyto nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa, z uwagi na to, że testowana zmienna nie spełniała założeń testów parametrycznych.

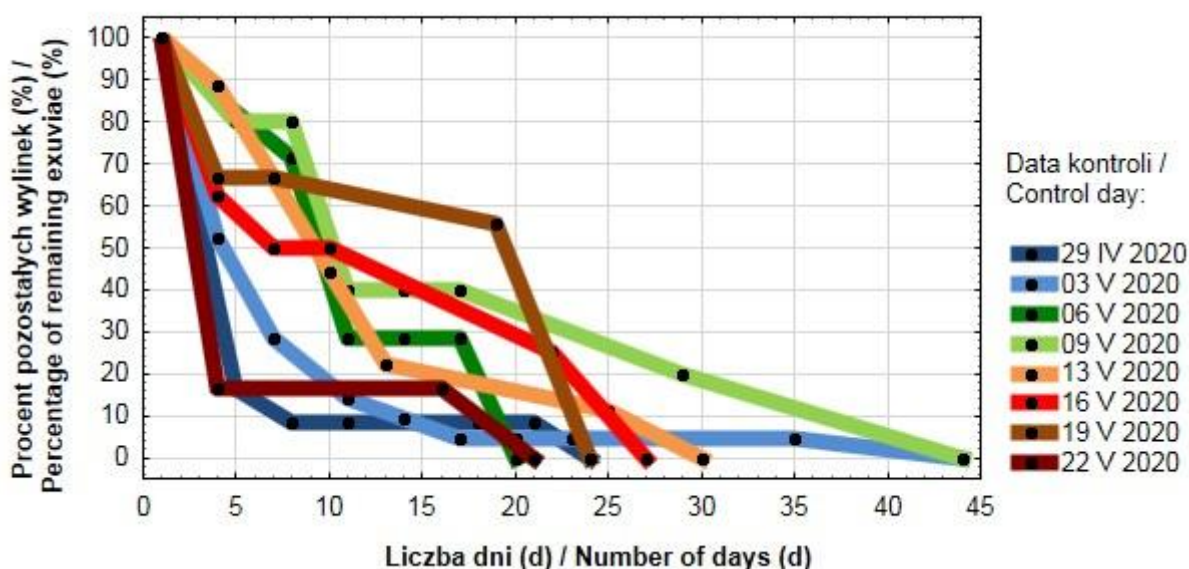
Wyniki

Łącznie oznakowano 76 wylinek (Tab. 1). Ponad połowę puli (41 sztuk) stanowiły wylinki *Cordulia aenea*. Ponadto oznakowano 16 wylinek *Libellula quadrimaculata* i 12 wylinek *Leucorrhinia caudalis*. Najmniej wylinek należało do *Leucorrhinia pectoralis* i *Epitheca bimaculata* – odpowiednio 4 i 3 sztuki.

Tab. 1. Liczba wylinek stwierdzonych podczas kolejnych kontroli. * – kontrole, podczas których znakowano wylinki.
Tab. 1. Number of exuviae recorded during subsequent visits. * – visits, when exuviae were marked.

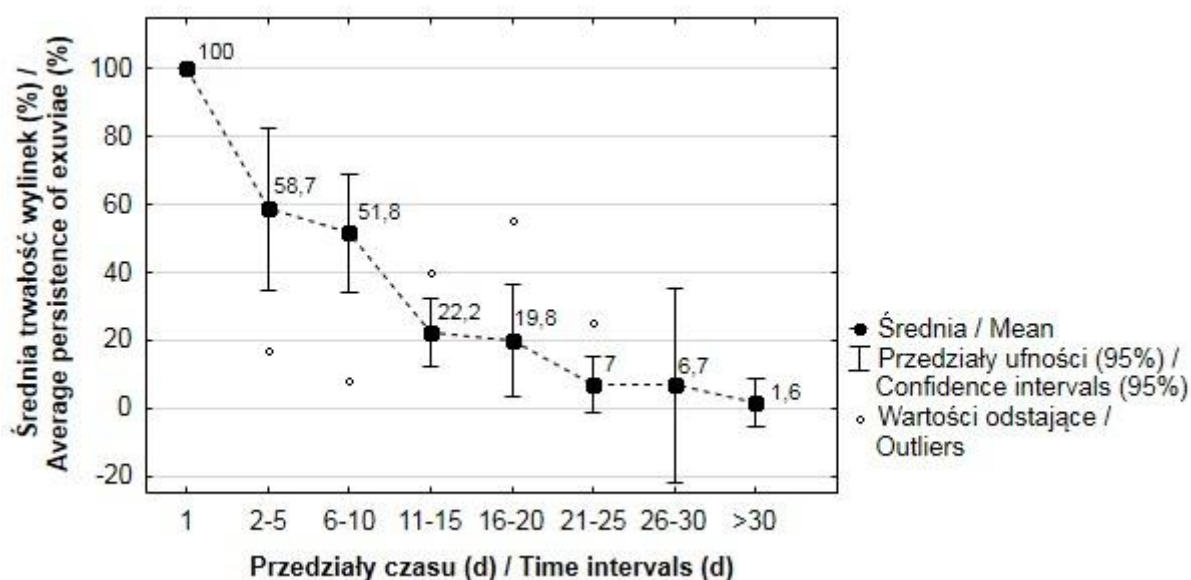
Numer Kontroli / Visit's number	Data kontroli / Visit's date	Liczba znalezionych wylinek / Number of recorded exuviae				
		C.aen	L.qua	L.cau	L.pec	E.bim
1	29 IV 2020*	12				
2	3 V 2020*	15	4		1	1
3	6 V 2020*	6	1			
4	9 V 2020*	1	2	1	1	
5	13 V 2020*	2	2	2	1	1
6	16 V 2020*	1	3	2	1	1
7	19 V 2020*	2	3	4		
8	22 V 2020*	2	1	3		
9	25 V 2020					
10	06 VI 2020		6	5		
11	11 VI 2020					
Suma / Sum		41	22	17	4	3
łącznie / Total		87				

W wyniku znakowania wylinek (nowych i starszych) podczas każdej kontroli możliwe było prześledzenie procesu ich zanikania na stanowisku w zależności od terminu ich pojawienia się. Okazuje się, że ten proces może być bardzo zróżnicowany (Ryc. 1). W niektórych przypadkach już w ciągu pierwszych pięciu dni pozostawało około 20% materiału – tak było w przypadku puli wylinek znalezionych pod koniec kwietnia (29 IV) oraz w trzeciej dekadzie maja (22 V). W przeciwieństwie do tego, pierwszych pięć dni przetrwało ponad 80% wylinek znalezionych pomiędzy 6 V a 13 V. Jednak w większości przypadków wylinki całkowicie zanikały na stanowisku w ciągu 20-30 dni. Tylko niewielki ich procent przetrwał dłużej (35 dni).



Ryc. 1 Rozkład pozostałych wylinek (w %) w zależności od daty rozpoczęcia ich znakowania. Czarne punkty na liniach oznaczają dni ponownej kontroli i liczenia danej puli oznakowanych wylinek.

Fig. 1 Distribution of the remaining exuviae (in %) depending on the date of starting their marking. The black dots on lines indicate the days of re-checking and counting of a given pool of marked exuviae.

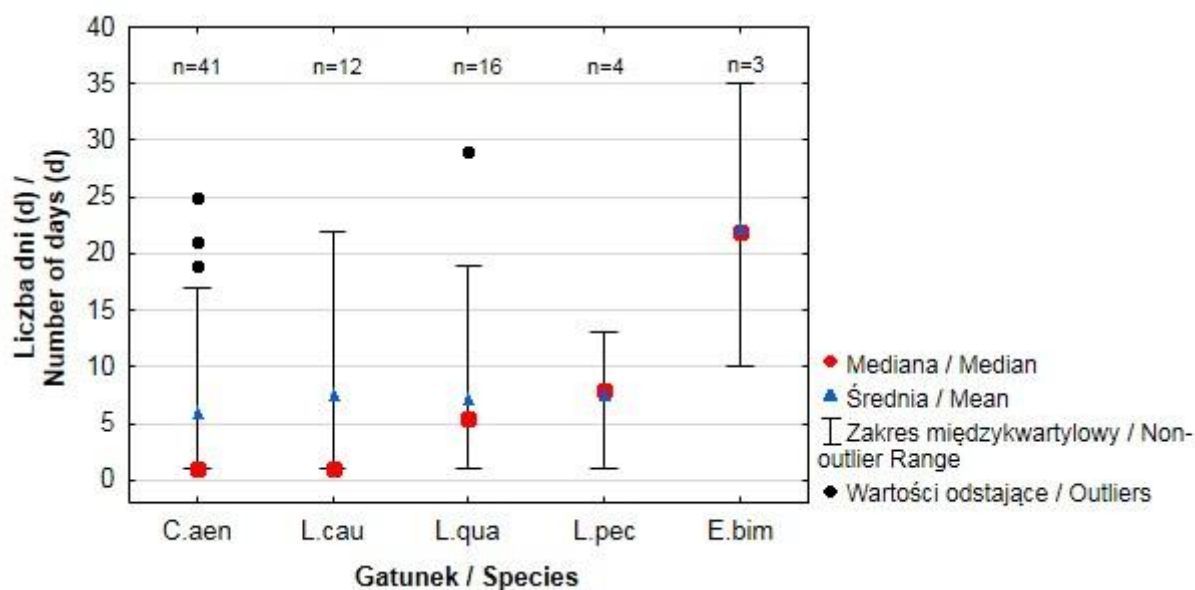


Ryc. 2. Średnia trwałość wylinek na tle 5-dobowych przedziałów czasowych.

Fig. 2. Average durability of exuviae in 5-day time intervals.

Uśrednione dane dotyczące trwałości wylinek na stanowisku na tle 5-dobowych przedziałów czasowych pokazały, że w ciągu 10 dni tylko około połowy z nich pozostało na stanowisku, przy czym zakres ten wahał się średnio pomiędzy 34 a 83% (Ryc. 2). Po 15 dniach znaleziono jedynie około 20% wylinek, a poczynając od trzeciego tygodnia (po 20 dniach) pozostało ich mniej niż 10%.

Średnio najdłużej utrzymywały się wyniki *E. bimaculata* – 22 dni (Ryc. 3, Tab. 2). Jednak należy przy tym zauważyć, że wyniki te dotyczyły jedynie 3 wylinek, z których jedna przetrwała tylko 10 dni, natomiast inna aż 35 dni. Bardziej miarodajne wyniki uzyskano dla



Ryc. 3. Średnia trwałość wylinek poszczególnych gatunków. Skróty: C.aen – *Cordulia aenea*, L.cau – *Leucorrhinia caudalis*, L.qua – *Libellula quadrimaculata*, L.pec – *Leucorrhinia pectoralis*, E.bim – *Epitheca bimaculata*.

Fig. 3. Average durability of particular species. Abbreviations: C.aen – *Cordulia aenea*, L.cau – *Leucorrhinia caudalis*, L.qua – *Libellula quadrimaculata*, L.pec – *Leucorrhinia pectoralis*, E.bim – *Epitheca bimaculata*.

Tab. 2. Wartości średnie, mediany oraz zakresy minimalne i maksymalne trwałości wylinek poszczególnych gatunków.

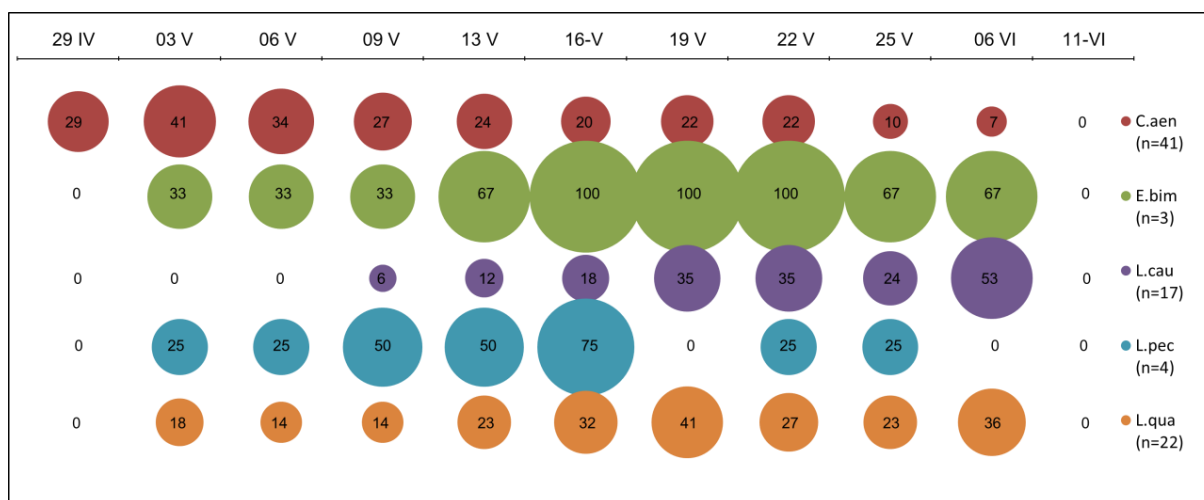
Tab. 2. Mean values, medians, and minimum and maximum ranges of durability of exuviae for individual species.

Gatunek / Species	Trwałość wylinek (d) / Durability of exuviae (d)		
	Średnia / Mean±SD	Mediana / Median	Min - Max
<i>C. aenea</i>	6 ± 7,0	1,0	1 – 25
<i>L. caudalis</i>	7,5 ± 8,7	1,0	1 – 22
<i>L. quadrimaculata</i>	7,2 ± 7,6	5,5	1 – 29
<i>L. pectoralis</i>	7,5 ± 4,9	8,0	1 – 13
<i>E. bimaculata</i>	22,3 ± 12,5	22,0	10 – 35
Wszystkie / Total	7,2 ± 8,0	4,0	1 – 35

C. aenea, *L. caudalis* oraz *L. quadrimaculata*, dla których to oznakowano odpowiednio 41, 12 i 16 wylinek. Średnie wartości długości utrzymywania się wylinek tych gatunków były bardzo podobne i zawierały się w przedziale 6–7,5 dnia. Podobną średnią wartość uzyskano dla mniej licznych wylinek *L. pectoralis*. Bardziej dogłębna analiza, uwzględniająca wartości median oraz wartości odstających pokazała, że połowę wylinek *C. aenea* i *L. caudalis* można było zaobserwować tylko w pierwszym dniu (mediany=1) i tylko pojedyncze osobniki przetrwały powyżej 20 dni (Ryc. 3, Tab. 2). Wartości median dla *L. quadrimaculata* oraz dla *L. pectoralis* były nieco wyższe od dwóch poprzednich gatunków i mieściły się w zakresie 5,5–8 dni, przy czym w przypadku tego ostatniego gatunku wartości opierały się jedynie na obserwacjach 4 wylinek. Generalnie zaobserwowane różnice pomiędzy trwałością wylinek poszczególnych gatunków nie były istotne pod względem statystycznym [test Kruskala-Wallisa: $H(4,76)=7,66$, $p=0,11$].

Najwcześniej, bo 29 IV, pojawiły się na stanowisku wylinki *C. aenea* (Ryc. 4). Nieco później (03 V) pojawiły się pierwsze wylinki *E. bimaculata*, *L. pectoralis* oraz *L. quadrimaculata*. Natomiast najpóźniej – 09 V – zaobserwowano pierwsze wylinki *L. caudalis*. Wylinki czterech

gatunków (*C. aenea*, *E. bimaculata*, *L. pectoralis*, *L. quadrimaculata*) były obecne w każdym terminie kontrolnym, począwszy od momentu ich pierwszej obserwacji. Jedynie w przypadku *L. pectoralis*, w terminach 19 V oraz 06 VI nie było żadnej wylinki. Natomiast podczas kontroli 11 VI nie stwierdzono żadnej z wcześniej znalezionych wylinek. Najlepszymi terminami kontroli, podczas których była obecna największa liczba wylinek danego gatunku, były: dla *C. aenea* – 03 V; dla *E. bimaculata* – od 16 do 22 V; dla *L. caudalis* – 06 VI; dla *L. pectoralis* – 16 V; oraz dla *L. quadrimaculata* – 19 V (Ryc. 4).



Ryc. 4. Udział wylinek poszczególnych gatunków (w %) z całej puli wylinek danego gatunku znalezionych w poszczególnych terminach kontroli.

Fig. 4. Share of exuviae of individual species (in %) from the entire pool of exuviae of a given species recorded at individual visit dates.

Dyskusja

Znajomość okresu trwałości wylinek w środowisku naturalnym ma kluczowe znaczenie dla planowania terminów i częstotliwości prac terenowych podczas prowadzenia badań ważek. Choć jest to istotna kwestia, istnieje niewiele danych empirycznych dokumentujących trwałość materiału pozostałego po przeobrażeniu larwy na stanowisku (ALIBERTI LUBERTAZZI i GINSBURG 2009, ROLAND 2010, STRAKA 2010). Dane te stanowią materiał do dyskusji, jednak tylko do pewnego stopnia, gdyż badania były prowadzone w różnej skali czasowej oraz z różną częstotliwością. I tak ALIBERTI LUBERTAZZI i GINSBURG (2009) badali trwałość wylinek Anisoptera przez trzy miesiące, a pierwsze kontrole oznakowanego materiału przeprowadzili dopiero po 17-23 dniach. Natomiast STRAKA (2020) badał swój materiał (Zygoptera) tylko w ciągu 24 dni, przeprowadzając w tym czasie pięć kontroli. W niniejszej pracy obserwacje wylinek Anisoptera prowadzono przez 44 dni, w ciągu których wykonano 11 kontroli. Biorąc powyższe pod uwagę, wydaje się, że wspólnym punktem odniesienia dla dokonania wiarygodnych porównań uzyskanych wyników jest okres około trzech tygodni (17-24 dni). W tym czasie STRAKA (2010) zanotował na badanym stanowisku straty wylinek na poziomie 70%. ALIBERTI LUBERTAZZI i GINSBURG (2009) uzyskali podobny wynik: średnio około 60% strat dla stanowisk z substratem roślinnym oraz około 70% strat dla stanowisk z substratem kamienistym. Natomiast w niniejszej pracy średnie straty wylinek wyniosły 80% oraz 93%, odpowiednio dla okresów trwałości 16-20 oraz 21-25 dni i tym samym były największe spośród rozpatrywanej puli dostępnych danych. Wśród możliwych przyczyn zanikania wylinek ALIBERTI LUBERTAZZI i GINSBURG (2009) wymieniają ekspozycję substratu na wiatr, gdyż zauważyli oni, że w miejscach osłonię-

tych od wiatru wylinki generalnie są w stanie przetrwać dłużej, podczas gdy w miejscach mocno eksponowanych zanikają wcześniej. Ta konkluzja nie ma jednak pokrycia w badaniach ROLANDA (2010), który obserwował trwałość wylinek z rodzaju *Anax* spp. i na podstawie uzyskanych wyników doszedł do dokładnie odwrotnych wniosków. Trwałość wylinek *Anax* spp. sięgała bowiem kilku miesięcy niezależnie od panujących warunków pogodowych. Wylinki, które przetrwały najdłużej, były przyłączone do pni i gałęzi obumarłych drzew, podczas gdy te obserwowane na roślinności szuwarowej dawno opadły. Bazując na obecnie dostępnej wiedzy można zaryzykować stwierdzenie, że tylko specyficzny typ substratu (stabilne i porowate struktury niezmiennie w czasie) może być znaczącym predyktorem trwałości wylinek. W przypadku pozostałych substratów (trawy, turzyce, kamienie) wydaje się, że to warunki pogodowe mają największy wpływ na trwałość materiału. Na sformułowanie takiego wniosku wskazują również duże rozbieżności w okresach trwałości wylinek, które uzyskano podczas niniejszych obserwacji, pomimo jednolitego substratu. Jednak, aby móc to potwierdzić, wciąż potrzeba bardziej szczegółowych badań, którymi objęto by szersze spektrum substratów oraz większą próbę wylinek, a także wykonano szczegółowe pomiary meteorologiczne na stanowisku.

Natomiast uzyskana w niniejszych badaniach średnia trwałość wylinek, wynosząca średnio 7 dni, ściśle korespondowała z wynikami innych badań, podczas których JÄCKEL i KOCH (2015) uzyskały ten sam rezultat oraz była nieco wyższa od innych badań, w wyniku których stwierdzono średnią trwałość wylinek na poziomie 4 dni (JÄCKEL i KOCH 2015 za MÜLLER 2014). Tak krótki okres trwałości ma z pewnością wpływ na zaplanowanie badań bazujących na liczebności materiału wylinkowego. W przypadku szacowania wielkości populacji lub badania struktury dominacji odonatocenoz na podstawie zebranych wylinek wydaje się, że jedynie codzienne (lub prawie codzienne) kontrole stanowiska mogą dać wiarygodne wyniki. Pozwala to na częściowe wyeliminowanie błędu powstającego w wyniku strat wylinek oraz uwzględnia wahania ilościowe wynikające z fenologii poszczególnych gatunków. Jednak zastosowanie takiej metodyki wiąże się jednocześnie z ogromnym nakładem czasowym i finansowym. Sytuacja wygląda nieco inaczej w przypadku planowania badań jakościowych, mających na celu uchwycenie spektrum gatunków na stanowisku. W takim przypadku częstotliwość wizyt może być znacznie mniejsza, choć nie daje pewności uzyskania danych o wszystkich gatunkach. Przykładowo, w niniejszym eksperymencie na 8 kontroli wykonanych w maju 2020 r., podczas 5 były obecne wylinki wszystkich badanych gatunków, a podczas pozostałych 3 kontroli brakowało po jednym gatunku. Z powyższych danych wynika, że zasadne wydaje się zaplanowanie dwóch kontroli w miesiącu, aby uzyskać pełniejszą informację o gatunkach rozwijających się na badanym stanowisku. Taka częstotliwość jest co najmniej dwukrotnie większa, niż proponował to SCHMIDT (1985) w celu uzyskania reprezentatywnego spektrum gatunkowego. Jednocześnie jest ona dwukrotnie mniejsza niż wynika to z analiz przeprowadzonych przez BRIED'a i in. (2012). Badacze ci modelowali dane pochodzące z obserwacji stadiów dorosłych ważek oraz z równoległe prowadzonego zbioru wylinek biorąc pod uwagę jeszcze jeden czynnik: „prawdopodobieństwo wykrycia” danego gatunku w stadium imago i wylinki. Na podstawie uzyskanych wyników doszli do wniosku, że spektrum gatunków uzyskane ze zbioru wylinek będzie porównywalne z tym uzyskanym z obserwacji imagines wtedy, gdy częstotliwość zbioru wylinek wyniesie około tygodnia. Częste krótkie wizyty na stanowisku pozwalają na wykrycie większej liczby gatunków w porównaniu do rzadszych lecz dłuższych wizyt (HARDERSEN i in. 2017). Takie podejście ma uzasadnienie szczególnie wtedy, kiedy badania mają na celu „uchwycenie” gatunków rzadkich. W przypadku,

gdy głównym celem jest wstępne rozpoznanie składu gatunkowego lub, kiedy badania są prowadzone na wielu stanowiskach, wskazane jest znalezienie kompromisu pomiędzy czasem, który mamy do dyspozycji a spodziewanym rezultatem. W ramach takiego kompromisu HARDERSEN i in. (2017) zaproponowali minimum pięć jednogodzinnych wizyt na stanowisku rozłożonych równomiernie w ciągu całego sezonu. Według ich obliczeń pozwoli to na zebranie materiału zawierającego około 76% całego spektrum gatunkowego siedliska.

Niniejsze badania potwierdziły że wylinki są niestabilnym czasowo materiałem badawczym o średniej trwałości 4-7 dni. Ich trwałość może być bardzo zróżnicowana nawet na jednym jednorodnym siedliskowo stanowisku, co utrudnia wyznaczenie dokładnych wartości strat w czasie. Podobnie do innych, choć nielicznych wyników badań, te niniejsze również nie wykazały istotnych różnic w trwałości wylinek w zależności od przynależności gatunkowej. Dlatego też nie ma aktualnie przesłanek, aby brać pod uwagę to kryterium przy planowaniu badań bazujących na wylinkach. Przed zaplanowaniem częstotliwości wizyt na stanowisku/-skach należy kierować się przede wszystkim celem badań. Warto przy tym mieć na uwadze, że w przypadku badania gatunków rzadkich jedynie częste kontrole zminimalizują ryzyko ich przeoczenia.

Podziękowania

Serdecznie dziękuję dr Grzegorzowi TOŃCZYKOWI oraz anonimowemu recenzentowi za cenne uwagi do wcześniejszej wersji manuskryptu.

Piśmiennictwo

- ALIBERTI LUBERTAZZI M., GINSBERG H.S. 2009. Persistence of dragonfly exuviae on vegetation and rock substrates. *Northeastern Naturalist* 16: 141-147.
- BERNARD R. 2010. 1037 Trzepla zielona *Ophiogomphus cecilia* (GEOFFROY in FOURCROY, 1785). [w:] M. MAKOMASKA-JUCHIEWICZ (red.). Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny. Część pierwsza. Biblioteka Monitoringu Środowiska, GIOŚ, Warszawa: 32-58.
- BERNARD R. 2012. 1042 Żalotka większa *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825). [w:] M. MAKOMASKA-JUCHIEWICZ, P. BARAN (red.). Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny. Część druga. Biblioteka Monitoringu Środowiska, GIOŚ, Warszawa: 68-94.
- BERNARD R., TOŃCZYK G. 2011. Wyspowe występowanie żagnicy torfowcowej *Aeshna subarctica* WALKER, 1908 na Nizinach Środkowopolskich i Sasko-Łużyckich. *Odonatrix* 7(1): 1-13.
- BRIED J.T., HAGER B.J., HUNT P.D., FOX J.N., JENSEN H.J., VOWELS K.M. 2012. Bias of reduced-effort community surveys for adult Odonata of lentic waters. *Insect Conservation and Diversity* 5: 213-222.
- BUCZYŃSKI P., OBŁOZA P. 2018. Pierwsze stwierdzenie zawleczenia egzotycznej ważki *Ischnura senegalensis* (RAMBUR, 1842) (Odonata: Coenagrionidae) do Polski. *Odonatrix* 14(1): 1-8.
- CHOVANEK A. 2017. Auswirkungen von Restrukturierungsmaßnahmen am Rußbach (Niederösterreich, Weinviertel) auf die Libellenfauna (Insecta: Odonata). *Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum* 27: 69-96.
- FISCHER I., CHOVANEK A. 2019. Bewertung des libellen-ökologischen Zustands der Retentionsbecken an Wienfluss und Mauerbach (Wien) (Insecta: Odonata). *Beiträge zur Entomofaunistik* 20: 161-176.
- GŁADYSZ M., DOLEŻYCH B., CUBER P., KARCZ J., ŁASZCZYCA P., MISZTA A. 2016. Mud sediments on anal pyramids of *Libellula quadrimaculata* larvae – accidental phenomenon or bioindicator of heavy metal pollution? (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica* 45(3/4): 179-189.
- HARDERSEN S., COREZZOLA S., GHEZE G., DELL'OTTO A., LA PORTA G. 2017. Sampling and comparing odonate assemblages by means of exuviae: statistical and methodological aspects. *Journal of Insect Conservation* 21: 207-218.
- JÄCKEL K., KOCH K. 2015. Anisoptera-Exuvien (Odonata): nur leere Hüllen? *Libellula* 34 (3/4): 143-159.

- LEWANDOWSKA E., LEWANDOWSKI K., BUCZYŃSKI P. 2020. Sukces rozrodczy nomadki żółtawej *Pantala flavescens* (FABRICIUS, 1798) (Odonata: Libellulidae) stwierdzony w Jeziorze Rakutowskim (Polska centralna). Odonatrix 16 (11): 1-7.
- MAYNOU X., MARTIN R. 2018. Timings of adult emergence and flight periods of the Odonata of the Gallecs Rural Area (Barcelona, Catalonia, NE Spain). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) 62: 235-242.
- MICHALCZUK W., BUCZYŃSKI P., BUCZYŃSKA E., CZECHOWSKI P., CYMBAŁA R., DŁUGOSZ I., DOMAGAŁA M., DUMAŃSKI J., GAŁAN M., GÓRAJSKI L., GRABEK M., GUMUŁKA P., GWÓŹDŹ R., KOLAGO G., KOWALCZYK M., KRÓL J., LEWANDOWSKA E., LEWANDOWSKI K., ŁAGOSZ P., MIKOŁAJCZUK P., NOWICKA K., OSTROWSKI K., PAWLAK S., PIETRASIK G., RATAJCZAK J., RAUNER-BUŁCZYŃSKA E., SENN P., SIECZAK K., ŚWITAŁA D., ŚWITAŁA M., TAŃCZUK A., WISZNIOWSKA M., WOLNY M.S., ZABŁOCKI P. 2020. Bezprecedensowa inwazja husarza wędrownego *Anax ephippiger* (BURMEISTER, 1839) (Odonata: Aeshnidae) na Polskę w roku 2019. Odonatrix 16(10): 1-24.
- MIKOŁAJCZUK P. 2012. Nowe stanowiska łątki zielonej *Coenagrion armatum* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w południowej części Podlasia i na wschodnim Mazowszu. Odonatrix 8(2): 59-62.
- MIKOŁAJCZUK P. 2014. Stwierdzenie wylotu drugiej generacji tęznicy małej *Ischnura pumilio* (CHARPENTIER, 1825) i tęznicy wytwornej *Ischnura elegans* (VANDER LINDEN, 1820) (Odonata: Coenagrionidae) w Polsce środkowo-wschodniej. Odonatrix 10(1): 24-30.
- MIKOŁAJCZUK P. 2015. Kolejne stwierdzenia i dane o ekologii iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) w środkowo-wschodniej Polsce. Odonatrix 11(1): 1-20.
- MISZTA A., DOLNÝ A. 2007. Stanowiska rzadkich i chronionych gatunków ważek stwierdzone w województwie śląskim poza rezerwatami wodno-torowiskowymi w latach 2003–2005. Odonatrix 3(1): 9-14.
- MÜLLER S. 2014. Haltbarkeit von Exuvien unter dem Einfluss verschiedener Umweltparameter. Bachelorarbeit, Universität Mainz.
- ROLAND H.-J. 2010. Haltbarkeit von Anax-Exuvien am Ort der Emergenz (Odonata: Aeshnidae). Libellula 29(3/4): 231-240.
- RYCHŁA A. 2005. Ważki Odonata wód stojących Parku Krajobrazowego Łuk Mużakowa (województwo lubuskie) w aspekcie różnorodności i ochrony gatunkowej. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 61(6): 67-80.
- RYCHŁA A. 2019. Besiedlung künstlicher Kleingewässer durch Großlibellen (Odonata: Anisoptera) – eine 4jährige Studie aus der Niederschlesischen Heide (SW Polen). IDF-Report 140: 1-18.
- RYCHŁA A., BUCZYŃSKI P., CZECHOWSKI P., DUMAŃSKI J., KUSAL K., LEWANDOWSKA E., LEWANDOWSKI K., MICHALCZUK W., NIEWOLIK J., ORSKA M., OSTROWSKI K., PIELOT M., RAUNER-BUŁCZYŃSKA E., ŚWITAŁA D., ŚWITAŁA M., TAŃCZUK A., TARKOWSKI A., TOŃCZYK G., WAKULSKI R., WASYLKÓW E., WERENIEWICZ K., WISZNIOWSKA M. 2019. Najwcześniejsze obserwacje ważek (Odonata) notowane w kwietniu i maju 2018 r. w Polsce. Odonatrix 15(4): 1-10.
- SCHMIDT E. 1985 Habitat inventarization, characterization and bioindication by a "Representative spectrum of Odonata species (RSO)". Odonatologica 14: 127-133.
- STRAKA M. 2010. Preliminary studies on the durability of damselfly (Odonata: Zygoptera) exuviae. Odonatrix 6(2): 46-49.
- TENNESSEN K.J. 2019. Dragonfly Nymphs of North America. An Identification Guide. Springer Nature, Switzerland, 620 s.
- TOŃCZYK G. 2006. Ważki (Odonata) obserwowane nad Zatoką Pucką. Odonatrix 2(2): 42-44.
- TOŃCZYK G. 2007. Pionowe i poziome parametry wylotu *Ophiogomphus cecilia* (FOURCROY, 1785) (Odonata: Gomphidae) w małej rzece nizinnej. Odonatrix 3(1): 23-25.
- TOŃCZYK G., ZEMKO K. 2010. Próba oceny liczebności całkowitej populacji *Leucorrhinia caudalis* (CHARPENTIER, 1840) i *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825) w rezerwacie „Jezioro Zdręczno” (Bory Tucholskie). Odonatrix 6(1): 9-14.
- WENDZONKA J. 2003. Ważki (Odonata) kaszubskich jezior lobeliowych. Parki narodowe i Rezerваты Przyrody 23(3): 395-410.
- WENDZONKA J. 2013. Ważki (Odonata) w Nadwarciańskim Parku Krajobrazowym. Biuletyn Parków Krajobrazowych Wielkopolski 19(21): 136-141.