

Ważki (Odonata) stawów retencyjnych przy obwodnicy autostradowej Mińska Mazowieckiego (Polska środkowo-wschodnia)

Dragonflies (Odonata) of retention ponds situated near the Mińsk Mazowiecki
motorway bypass (east-central Poland)

KRYSTIAN ADAM OŁDAK

Ziemowita 14, 05-300 Mińsk Mazowiecki
krystian.adam.oldak@gmail.com

Abstract: The aim of this study was to determine the species composition of dragonflies (Odonata) of 8 motorway retention ponds situated in the Mińsk Mazowiecki district (Province of Mazovia). A total of 36 species were found (48.6% of the Polish odonate fauna), 24 of which were classified as autochthonous or probably autochthonous. The most abundant species in the ponds were *Coenagrion puella*, *Erythromma viridulum* and *Ischnura elegans*. Two species protected in Poland were recorded – *Leucorrhinia albifrons* and *Sympecma paedisca*. The records of *Sympetrum depressiusculum*, *S. meridionale* and *Crocothemis erythraea* were the first from the Mińsk Mazowiecki district. The ponds exhibited a considerable qualitative faunistic similarity. As the odonate fauna of the individual ponds was qualitatively poor, these offered suitable habitats for only a small number of dragonfly species. This was due, among other things, to the small surface areas of the ponds and the inappropriate management of the plant succession in them. As the species found were mostly eurytopes and common ones, the ponds are unlikely to enhance the regional dragonfly diversity. To date, there have been no published records of the odonate fauna of motorway retention ponds in Poland, so the present paper provides a comparative background for further research in this field. In addition, these results add to our knowledge of the dragonfly fauna of both the Mińsk Mazowiecki district and two hitherto poorly studied UTM squares (EC38, EC48), within which many species were found for the first time.

Key Words: Odonata, artificial ponds, motorway retention ponds, biodiversity, anthropogenic habitats, secondary habitats, east-central Poland

Wstęp

Budowa dróg niesie ze sobą zagrożenie dla bioróżnorodności (TROMBULAK i FRISSELL 2000, GENELETTI 2003). Dla zwierząt negatywne konsekwencje mogą wynikać z takich działań towarzyszących budowie dróg, jak prace ziemne, wycinka drzew, regulacja cieków czy montaż oświetlenia (NOWACKA 2014, GDDKiA 2015b). Budowane wzdłuż autostrad stawy retencyjne zasiedlać mogą chociażby ważki (Odonata), przy czym brak jest technicznych możliwości zapobieżenia temu zjawisku (GDDKiA 2015b).

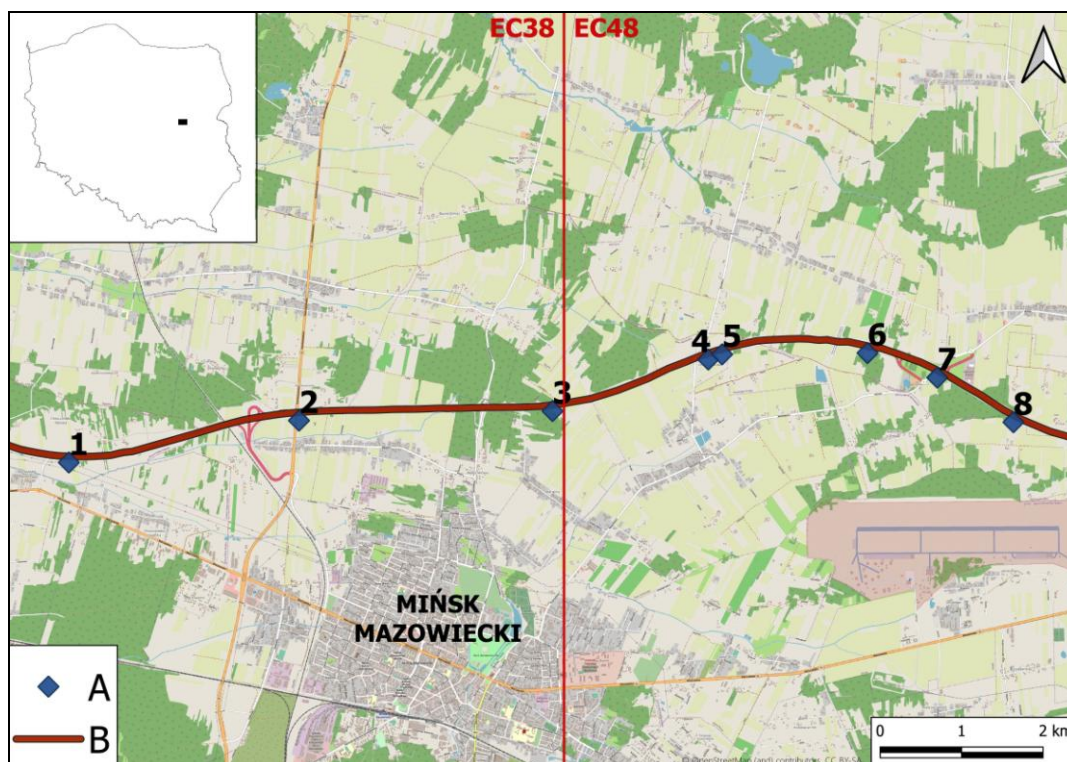
Wśród stosunkowo licznych krajowych publikacji zawierających dane na temat występowania ważek w siedliskach antropogenicznych zauważalny jest brak pozycji dotyczących odonatofauny stawów retencyjnych położonych wzdłuż dużych dróg. Badania w tym zakresie mogą stanowić uzupełnienie wiedzy o antropogenicznych siedliskach ważek w Polsce, a także stanowić przyczynek do dalszych badań analizujących znaczenie autostradowych stawów retencyjnych dla krajowych populacji zwierząt wodno-lądowych.

Celem niniejszej pracy było zatem poznanie składu gatunkowego ważek występujących na obszarze stawów retencyjnych położonych wzdłuż obwodnicy autostradowej Mińska Mazowieckiego w powiecie mińskim.

Materiał i metodyka ***Teren badań***

Badano 8 stawów retencyjnych rozmieszczonych wzdłuż odcinka autostrady A2 – obwodnicy Mińska Mazowieckiego (powiat miński, województwo mazowieckie), powstałej w latach 2009-2012 (GDDKiA 2015a). W odległości kilkudziesięciu metrów od autostrady, a kilkanaście metrów od drogi serwisowej, zbudowano wówczas także stawy retencyjne, do których po oczyszczeniu w kanalizacji trafiają wszystkie ścieki z autostrady (SISK 2012).

Pod względem fizycznogeograficznym badane stanowiska znajdują się na pograniczu Niziny Południowopodlaskiej i Niziny Środkowomazowieckiej (KONDRACKI 2014). Wybrane stawy położone są na wysokości ok. 140-180 m n.p.m., a otacza je przede wszystkim krajobraz rolniczy. Odległość najbliższych zbiorników wodnych od badanych stawów to najwyżej 1 km, z kolei najdalej położone od siebie badane stawy dzieli odległość ok. 11 km w linii prostej (Ryc. 1). W bliskiej odległości od stawów nr 4 i 5 płynie struga Srebrna. Teren poszczególnych stawów pozostaje ogrodzony i zamknięty. Dno oraz częściowo brzegi utwardzone są przy pomocy płyt ażurowych. Stawy podlegają zabiegom koszenia roślinności nadbrzeżnej i częściowo roślinności wynurzonej, a także odmulanii; częstotliwość ich przeprowadzania jest uzależniona od panującej sytuacji (GDDKiA Oddział w Warszawie, Rejon w Mińsku Mazowieckim – informacja ustna). We wszystkich stawach, prócz stawów nr 4 i 5, odnotowano obecność ryb. Niewykluczone, że we wspomnianych stawach przedstawiciele ichtiofauny również występowali, zwłaszcza, że stwierdzono ich tam w roku 2014 (GAJEWSKA i KLIMASZEWSKI 2015).



Ryc. 1. Położenie badanych autostradowych stawów retencyjnych. A – stawy retencyjne, B – autostrada.
Źródło podkładu mapy: www.openstreetmap.org.

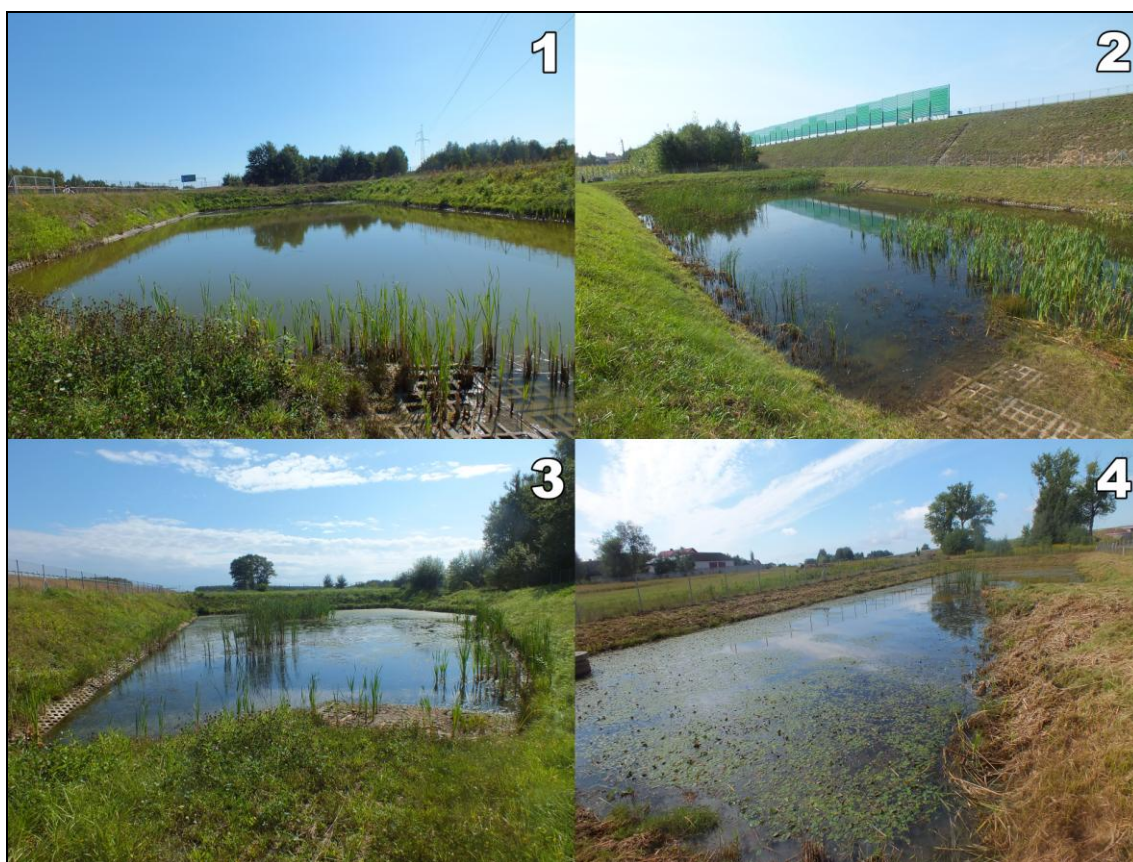
Fig. 1. Positions of the motorway retention ponds. A – motorway retention ponds, B – motorway.
Source of map background: www.openstreetmap.org.

Średnia roczna temperatura powietrza w powiecie mińskim w okresie 1991-2020 wynosiła 8-9°C, z kolei średnia temperatura w styczniu od -1°C do -2°C lub od -2°C do -3°C, w zależności od części powiatu, w lipcu zaś: 19-20°C. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych na niemal całym obszarze powiatu wynosiła 550-600 mm (IMGW 2021).

Głębokość stawów zmierzono bez wykorzystania precyzyjnych narzędzi, stąd podane niżej wartości mają charakter orientacyjny. Współrzędne określono przy pomocy Google Earth (dane dla centrum stawów), z kolei ich przybliżoną powierzchnię, przybliżoną wysokość n.p.m., a także odległość od innych obiektów – przy pomocy strony internetowej geoportal.gov.pl.

Staw nr 1 (Ryc. 2) – EC38, Choszczówka Dębska, gm. Dębe Wielkie (52°12'13"N, 21°29'47"E). Powierzchnia: 850 m², głębokość maksymalna: 120 cm (choć w znacznej części stawu nie przekraczała ok. 50 cm). Woda raczej przezroczysta, delikatnie zielonkawa. Lustro wody niemal zupełnie wolne od glonów. Szuwar *Typha latifolia* L. bardzo słabo rozwinięty. *Potamogeton natans* L. grupowało się w dość luźne płyty, pokrywające bardzo niewielką część lustra wody. Odnotowano również *Eleocharis palustris* (L.) ROEM. & SCHULT. oraz przedstawicieli rodzajów *Juncus* L., *Carex* L., *Equisetum* L. oraz *Ranunculus* L.

Staw nr 2 (Ryc. 2) – EC38, Arynów, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'29"N, 21°32'16"E). Powierzchnia: 870 m², głębokość maksymalna: 56 cm. Woda przezroczysta, na jej powierzchni nie obserwowano glonów. Umiarkowanie zwarty szuwar *Typha* spp. L. zajmował dużą część stawu. *Potamogeton natans* rozproszone w obrębie stawu, ale razem nie zajmowało znacznej powierzchni lustra wody. W jednym z rogów stawu obecny stosunkowo niewielki, lecz dość gęsty łan *Eleocharis palustris*. Odnotowano: *Myriophyllum spicatum* L., *Typha latifolia*, *T. angustifolia* L., a także przedstawicieli rodzaju *Juncus*.



Ryc. 2. Badane stawy retencyjne nr 1-4. Numeracja stawów jak w tekście.

Fig. 2. Retention ponds Nos. 1-4. Numbering of the ponds as in the text.

Staw nr 3 (Ryc. 2) – EC38, Karolina, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'32"N, 21°35'00"E). Powierzchnia: 670 m², głębokość maksymalna: 60 cm. Woda przezroczysta, znaczną część jej lustra pokrywały glony. Dość luźny szuwar *Typha latifolia* zajmował stosunkowo niewielką część stawu. *Potamogeton natans* gromadziło się jedynie w luźne płyty o niewielkiej powierzchni. Odnotowano obecność gęstych skupisk *Elodea canadensis* MICHX. Stwierdzono również *Alisma plantago-aquatica* L., *Sparganium erectum* L. EM. RCHB. S. S., *Ranunculus flammula* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Holcus lanatus* L., a także przedstawicieli rodzaju *Bidens* L.

Staw nr 4 (Ryc. 2) – EC48, Stara Niedziałka, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'52"N 21°36'41"E). Powierzchnia: 670 m², głębokość maksymalna: 100 cm. Woda niezbyt przezroczysta, dosyć mętna, jasnobrązowa, bez glonów na powierzchni. Szuwar wąski, ale miejscami dosyć zwarty. *Potamogeton natans* grupowało się w płyty pokrywające znaczną część lustra wody. Stwierdzono także: *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Ranunculus flammula*, *Plantago lanceolata* L., *Elodea canadensis*, *Sparganium emersum* REHMANN i *Typha latifolia* oraz przedstawicieli rodzajów *Glyceria* R.BR., *Persicaria* S. F. GRAY, *Carex*, *Potentilla* L. i *Alisma* L.

Staw nr 5 (Ryc. 3) – EC48, Stara Niedziałka, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'54"N 21°36'50"E). Powierzchnia stawu: 290 m², głębokość maksymalna: 70 cm. Woda dosyć mętna, jasnobrązowa, glony na powierzchni. Stopień zarośnięcia przez *Typha latifolia* szczególnie duży – zajmował większość powierzchni stawu. Odnotowano także *Stachys palustris* L. oraz przedstawicieli rodzaju *Carex*.

Staw nr 6 (Ryc. 3) – EC48, Niedziałka Druga, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'54"N 21°38'24"E). Powierzchnia stawu: 470 m², głębokość maksymalna: 50 cm. Woda dosyć przezroczysta, miejscami nieco mętna, jasnobrązowa, na powierzchni niewielka ilość glonów. Szuwar dość słabo rozwinięty. Bardzo liczne *Potamogeton natans* pokrywało razem znaczną część lustra wody.



Ryc. 3. Badane stawy retencyjne nr 5-8. Numeracja stawów jak w tekście.

Fig. 3. Retention ponds Nos. 5-8. Numbering of the ponds as in the text.

Staw nr 7 (Ryc. 3) – EC48, Niedziałka Druga, gm. Mińsk Mazowiecki (52°12'44"N 21°39'09"E). Powierzchnia stawu: 1100 m², głębokość maksymalna: 60 cm. Woda przezroczysta, jej lustro w znacznej części pokryte glonami. Szuwar *Typha latifolia* zajmował bardzo dużą część stawu i miejscami był bardzo zwarty. Odnotowano także: *Sparganium erectum*, *Sparganium emersum*, *Rorippa amphibia* (L.) BESSER.

Staw nr 8 (Ryc. 3) – EC48, Przedewsie, gm. Jakubów (52°12'26"N 21°39'58"E). Powierzchnia stawu: 580 m², głębokość stosunkowo zmienna, maksymalnie co najmniej 140 cm. Woda niezbyt przezroczysta, jej lustro w znacznej części pokryte glonami. Szuwar *Typha latifolia* luźny i bardzo słabo rozwinięty. Zwarte płyty tworzone przez liczne *Potamogeton natans* zajmowały znaczną część powierzchni wody. Odnotowano także: *Lysimachia nummularia* L., *Sparganium erectum*, *Rorippa amphibia* oraz przedstawicieli rodzaju *Juncus* i *Ranunculus*.

Prace terenowe

Prace badawcze prowadzono od drugiej połowy maja do pierwszej połowy września 2020 roku, zwykle od godzin porannych do wczesnego popołudnia. Faunę ważek badano w ramach 6 wizyt przy każdym stawie. Głębokość, barwa i przezroczystość wody oraz pokrycie jej powierzchni przez glony zostały ocenione we wszystkich stawach w pierwszej połowie września.

Metodykę oparto przede wszystkim na obserwacji *imagines* oraz zbiorze wylinek. Zebrano razem 4762 *exuviae*. Większość jednak zidentyfikowano do poziomu rodzaju lub rodziny, z czego część stanowiła materiał uszkodzony. Zwykle zbierano również martwe osobniki, a także sporządzano dokumentację fotograficzną przypadków obecności ważek w pajęczych sieciach. W razie potrzeby stosowano połów siatką entomologiczną. Po sfotografowaniu ważki były wypuszczane w miejscu schwytania. Dokładną lub szacunkową liczebność określano zwykle wczesnym popołudniem, przechodząc wzdłuż całej linii brzegowej i starając się unikać podwójnego liczenia poszczególnych osobników. W większości przypadków w momencie rozpoczęcia szacowania liczebności pogoda była ciepła, słoneczna i bezwietrzna lub z wiatrem o umiarkowanej sile. Odnotowywano zwykle również zachowania rozrodcze, takie, jak: tandemy, pierścienie kopulacyjne, składanie jaj oraz zachowania terytorialne. W miarę możliwości zapisywano także informacje dotyczące obecności osobników juvenilnych lub teneralnych danego gatunku i/lub sporządzano ich dokumentację fotograficzną. Znacznej części zaobserwowanych osobników teneralnych jednakże nie zidentyfikowano. Nie rozpoznano również nieznacznej części napotkanych *imagines*, m.in. ze względu na zbyt krótki czas obserwacji i/lub zbyt dużą odległość. Utracono również niewielką część danych dotyczących stwierdzonych gatunków, ich liczebności, zachowań rozrodczych i obecności osobników teneralnych z majowych wizyt w obrębie stawów nr 3, 4, 5, 6, 7 i 8, a częściowo również z czerwcowej wizyty w obrębie stawu nr 1.

Opracowywanie i analiza materiału

Wyróżniono następujące kategorie występowania gatunków:

- gatunek autochtoniczny: gdy zebrano wylinki i/lub obserwowano osobniki teneralne i/lub liczne zachowania rozrodcze;
- gatunek prawdopodobnie autochtoniczny: gdy odnotowano nieliczne lub pojedyncze zachowania rozrodcze takie, jak tandemy, kopulacje czy składanie jaj i/lub co najmniej kilka osobników wykazujących zachowania terytorialne i/lub liczne osobniki dorosłe w środowisku odpowiednim do rozwoju;
- gatunek stwierdzony: w pozostałych przypadkach.

W celu określenia powiązań wybranych cech stawów (powierzchnia stawu, głębokość maksymalna, powierzchnia szuwaru i trofia wody) z bogactwem gatunkowym ważek wykorzystano współczynnik korelacji rang Spearmana. Za istotne statystycznie uznano wyniki, dla których $p < 0,05$.

Wykorzystano formułę Jaccarda (CZACHOROWSKI 2004) w celu określenia podobieństw jakościowych między fauną poszczególnych stawów. Brano pod uwagę jedynie gatunki autochtoniczne i prawdopodobnie autochtoniczne. Wyniki uporządkowano metodą najkrótszego dendrytu wrocławskiego (JEDUT 1970).

Tab. 1. Lista taksonów odnotowanych w obrębie badanych stawów. ● autochtoniczny; ○ prawdopodobnie autochtoniczny; + stwierdzony

Tab. 1. List of taxa recorded in the retention ponds. ● autochthonous; ○ probably autochthonous; + recorded

Takson / Taxon	Numer stawu / Pond number							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS, 1782)	+				+	+		
<i>Calopteryx virgo</i> (LINNAEUS, 1758)	+							
<i>Calopteryx</i> sp. LEACH IN BREWSTER, 1815		+	+					
<i>Lestes sponsa</i> (HANSEMAN, 1823)		○	+	+	+		+	+
<i>Lestes dryas</i> KIRBY, 1890								+
<i>Lestes barbarus</i> (FABRICIUS, 1798)	+							
<i>Lestes virens</i> (CHARPENTIER, 1825)		+				+	+	
<i>Chalcolestes viridis</i> (VANDER LINDEN, 1825)			+					○
<i>Sympecma fusca</i> (VANDER LINDEN, 1820)	○	●	●	●	+		●	
<i>Sympecma paedisca</i> (BRAUER, 1877)	○	●	●	●			●	
<i>Ischnura pumilio</i> (CHARPENTIER, 1825)								+
<i>Ischnura elegans</i> (VANDER LINDEN, 1820)	●	●	●	●	●	○	●	○
<i>Enallagma cyathigerum</i> (CHARPENTIER, 1840)	●	●	●	+			●	○
<i>Coenagrion puella</i> (LINNAEUS, 1758)	○	○	○	○	●	○	○	○
<i>Erythromma najas</i> (HANSEMAN, 1823)	○	●	●	+		+		
<i>Erythromma viridulum</i> (CHARPENTIER, 1840)	+	●	○			●	●	●
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER, 1776)				+	+		+	
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS, 1771)	●		+	+				
<i>Aeshna mixta</i> LATREILLE, 1805	●	+		●	●		●	
<i>Aeshna grandis</i> (LINNAEUS, 1758)				○		+	+	
<i>Aeshna cyanea</i> (MÜLLER, 1764)			+		●	○	+	+
<i>Anax imperator</i> LEACH, 1815	○	●	●	●	●	+	○	●
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (LINNAEUS, 1758)	●							
Corduliidae n.det.	+	+	+			+		
<i>Libellula quadrimaculata</i> LINNAEUS, 1758		●	+	○	+			
<i>Libellula depressa</i> LINNAEUS, 1758	○				+	●		+
<i>Orthetrum cancellatum</i> (LINNAEUS, 1758)	○	●				○		+
<i>Orthetrum albistylum</i> (SELYS, 1848)	○					●		
<i>Leucorrhinia albifrons</i> (BURMEISTER, 1839)	+							
<i>Sympetrum danae</i> (SULZER, 1776)						+		+
<i>Sympetrum sanguineum</i> (MÜLLER, 1764)	○	○	○	○	●	○	+	○
<i>Sympetrum depressiusculum</i> (SELYS, 1841)							+	
<i>Sympetrum flaveolum</i> (LINNAEUS, 1758)			+					
<i>Sympetrum striolatum</i> (CHARPENTIER, 1840)		●	●	●	●	○	●	●
<i>Sympetrum meridionale</i> (SELYS, 1841)		●	●			●		
<i>Sympetrum striolatum</i> /S. <i>meridionale</i> *	●							
<i>Sympetrum vulgatum</i> (LINNAEUS, 1758)	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Crocothemis erythraea</i> (BRULLÉ, 1832)		●	+					+

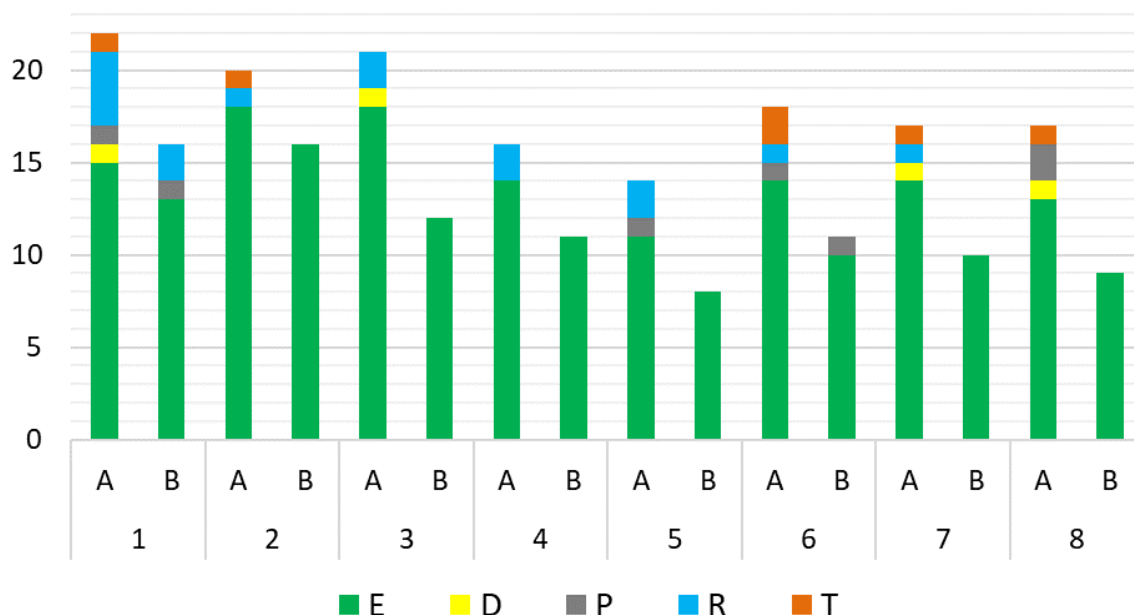
* Dane na podstawie zbioru *exuviae*, których nie oznaczono do poziomu gatunku.

* Data based on the collection of *exuviae* which could not be identified to species level.

Wyniki

Odonatofauna badanych stawów

Stwierdzono ogółem 36 taksonów (Tab. 1). Spośród nich 24 gatunki zaklasyfikowano do kategorii autochtonicznych lub prawdopodobnie autochtonicznych. Najwięcej gatunków odnotowano przy stawie nr 1, najmniej zaś w obrębie stawu nr 5. Łączna liczba gatunków autochtonicznych i prawdopodobnie autochtonicznych różni się pomiędzy stawami (Ryc. 4). Wśród najliczniej reprezentowanych gatunków znajdują się: *Coenagrion puella*, *Erythromma viridulum* oraz *Ischnura elegans*, które odnotowywano niejednokrotnie w liczbie co najmniej kilkudziesięciu osobników danego gatunku w przypadku większości stawów. Z podrzędu Anisoptera liczebnością wyróżniały się niektóre gatunki z rodzaju *Sympetrum* NEWMAN, 1833. W przypadku stawów nr 1 i 6 stosunkowo liczni byli również przedstawiciele rodzaju *Orthetrum* NEWMAN, 1833.



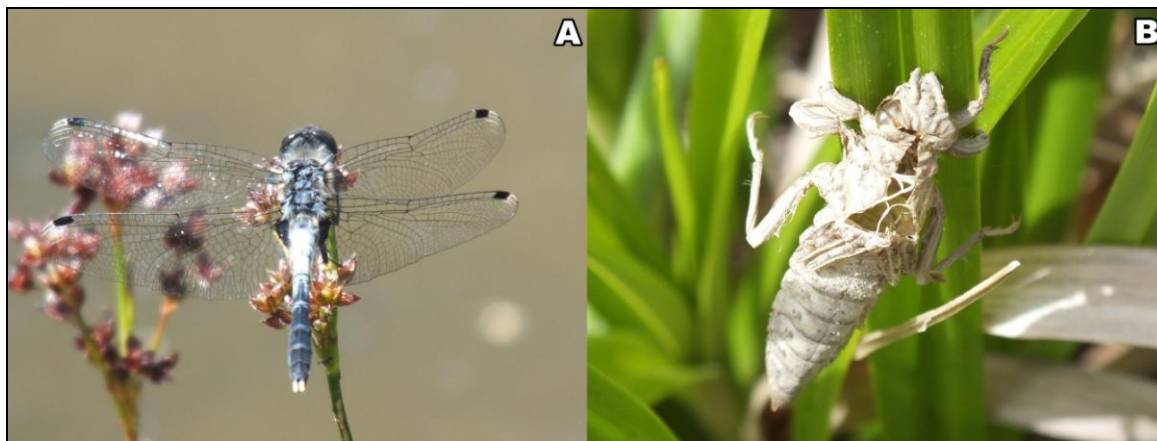
Ryc. 4. Elementy ekologiczne w faunie ważek poszczególnych badanych stawów – struktura jakościowa. A – wszystkie stwierdzone gatunki, B – gatunki autochtoniczne i prawdopodobnie autochtoniczne, E – eurytopy, D – gatunki drobnobiotnikowe, P – gatunki pionierskie, R – reobionty i reofile, T – tyrfofile. Numeracja stawów jak w podrozdziale „Teren badań”.

Fig. 4. Ecological elements in the dragonfly fauna of the retention ponds – qualitative structure. A – total number of species, B – number of autochthonous and probably autochthonous species, E – eurytopes, D – species typical of small water bodies, P – pioneer species, R – rheobionts and rheophiles, T – tyrphophiles. Numbering of the ponds as in the subsection „Teren badań” (“Fieldwork”).

Gatunki chronione i zagrożone

Stwierdzono dwa gatunki chronione w Polsce – ściśle chronioną *Leucorrhinia albifrons* (Ryc. 5) oraz objętą ochroną częściową *Sympecma paedisca* (ROZPORZĄDZENIE... 2016). W przypadku *Leucorrhinia albifrons* odnotowano 1 ♂ dnia 05.07.2020 w obrębie stawu nr 1; tam też obserwowano *Sympecma paedisca* – 1 ♂ w dniu 23.05.2020, a także 1 tandem dnia 12.06.2020. Znalezione również wylinki *S. paedisca* w stawach nr 2, 3, 4 i 7. Oba gatunki zostały wymienione w załączniku IV Dyrektywy siedliskowej (DYREKTYWA 1992), a *L. albifrons* również w Czerwonej Liście Wązek Europy IUCN z kategorią NT dla Unii Europejskiej (KALKMAN i in. 2010). Z kolei *Sympetrum depressiusculum*, stwierdzone w obrębie stawu nr 7, posiada kategorię VU zarówno dla Europy, jak i dla Unii Europejskiej (KALKMAN i in. 2010). Nie stwierdzono gatunków z Czerwonej Listy ważek Polski 2009 (BERNARD i in. 2009).

Ponadto, w stawie nr 4 obserwowano niezidentyfikowanego przedstawiciela rodzaju *Hydrophilus* GEOFFROY, 1762 (Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae). W Polsce występują dwa gatunki ze wspomnianego rodzaju (MAPA BIORÓŻNORODNOŚCI 2020), oba umieszczone zostały na Czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce (PAWŁOWSKI i in. 2002).



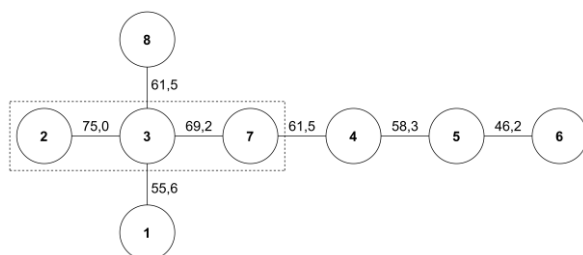
Ryc. 5. A. *Leucorrhinia albifrons* w obrębie stawu nr 1 (05.07.2020). B. Exuvia gatunku *Gomphus vulgatissimus* znalezione w obrębie stawu nr 1.

Fig. 5. A. *Leucorrhinia albifrons* by pond No. 1 (05.07.2020). B. Exuvia of *Gomphus vulgatissimus* found by pond No. 1.

Korelacje oraz jakościowe podobieństwa faunistyczne

Nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji między wybranymi cechami stawów, a bogactwem gatunkowym ważek. Może to jednak wynikać ze zbyt niskiej liczebności próby.

Analiza podobieństw faunistycznych pozwoliła na wyodrębnienie grupy trzech stawów bardzo podobnych do siebie (Ryc. 6). Ogólny poziom podobieństw jest wysoki, co nie stanowi zaskoczenia, w związku z faktem, iż poszczególne stawy oferowały porównywalne siedliska.



Ryc. 6. Skrócony dendryt wrocławski podobieństw faunistycznych jakościowych pomiędzy badanymi stawami (wartości podobieństw w %). Numeracja stawów jak w podrozdziale „Teren badań”.

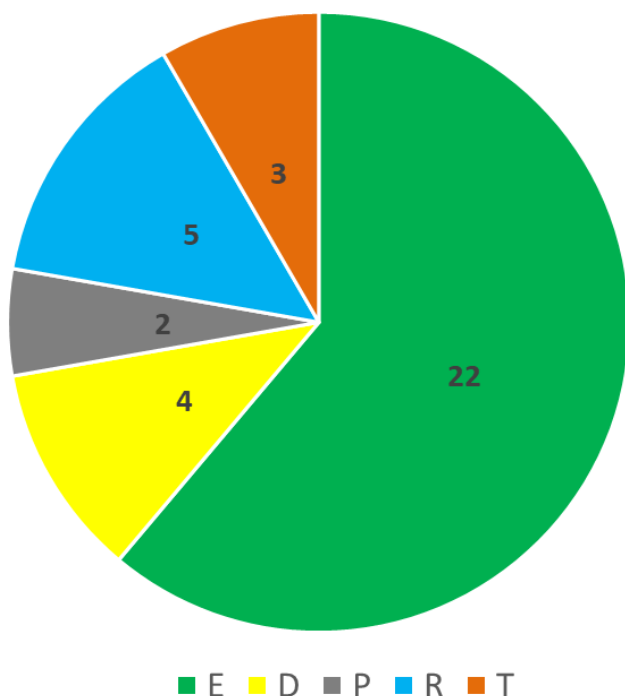
Fig. 6. Simplified Wrocław dendrite of faunistic similarities between the ponds (similarity values in %). Numbering of the ponds as in the subsection "Teren badań" ("Fieldwork").

Bardzo wysoki poziom podobieństw w obrębie wyodrębnionej grupy stawów wynikać może z podobnego stanu trofii (zwłaszcza w przypadku stawów 3 i 7 – vide Dyskusja – *Stan trofii w stawach*). Stawy te, zwłaszcza nr 2 i 7, należą do tych z najlepiej rozwiniętym szuwarem; niemal tylko w ich obrębie znaleziono wylinki gatunków z rodzaju *Sympecma*, które lubią zbiorniki porośnięte wysokimi helofitami (WENDZONKA 2005).

Najmniejszym podobieństwem do reszty stawów charakteryzują się stawy nr 1 i nr 6, również tylko umiarkowanie podobne do siebie nawzajem, choć łączy je stanowiąca wyjątek w kontekście reszty stawów obecność autochtonicznych gatunków *Libellula depressa* i *Orthetrum albistylum*. Ponadto staw nr 1 odróżnia się także od reszty choćby obecnością dwóch reofilów o potwierdzonym rozwoju (vide Dyskusja – *Wybrane stwierdzone gatunki w kontekście ich preferencji siedliskowych*).

Elementy ekologiczne w faunie ważek

Odnotowano głównie eurytopy (61% wszystkich stwierdzonych taksonów), zarówno patrząc na badane stanowiska w podziale na poszczególne stawy (Ryc. 4), jak i całościowo (Ryc. 7). Do wspomnianej grupy należą też gatunki najliczniej reprezentowane, jak np. *Ischnura elegans* czy *Coenagrion puella*, oraz większość gatunków autochtonicznych i prawdopodobnie autochtonicznych. Stwierdzono także reobionty i reofile (vide Dyskusja – Wybrane stwierdzone gatunki w kontekście ich preferencji siedliskowych) – stanowią one 13,9% wszystkich taksonów. Grupę gatunków drobnozbiornikowych tworzą wyłącznie gatunki z kategorii stwierdzonych: *Lestes barbarus*, *L. dryas*, *Sympetrum flaveolum* i *S. depressicolum* obserwowane jednokrotnie po jednym osobniku – każdy gatunek w obrębie innego stawu. Tyrfofile to również jedynie gatunki stwierdzone, choć w przypadku *Lestes virens* i *Sympetrum danae* – obserwowane już w obrębie co najmniej dwóch stawów. Z dwóch odnotowanych gatunków pionierskich: *Libellula depressa* i *Ischnura pumilio*, tylko pierwszego stwierdzono w większej liczbie stawów, z czego w dwóch uznano go za co najmniej prawdopodobnie autochtonicznego (vide Jakościowe podobieństwa faunistyczne). W przypadku drugiego dokonano jedynie pojedynczej obserwacji.



Ryc. 7. Elementy ekologiczne w faunie ważek badanych stawów – struktura jakościowa. E – eurytopy, D – gatunki drobnozbiornikowe, P – gatunki pionierskie, R – reobionty i reofile, T – tyrfofile.

Fig. 7. Ecological elements in the dragonfly fauna of the ponds – qualitative structure. E – eurytopes, D – species typical of small water bodies, P – pioneer species, R – rheobionts and rheophiles, T – tyrphophiles.

Dyskusja

Bogactwo gatunkowe a właściwości siedliskowe badanych stawów

Odnotowano 48,6% krajowej odonatofauny, liczącej 74 gatunki (BERNARD i in. 2009, BUCZYŃSKI i in. 2019). Całkowita liczba gatunków wydaje się być stosunkowo wysoka, biorąc pod uwagę niewielką liczbę stawów oraz ich małe powierzchnie, jednak odonatofaunę poszczególnych stawów należy już uznać za ubogą jakościowo. Nieduża liczba gatunków autochtonicznych oraz prawdopodobnie autochtonicznych z pewnością ma związek z niewielką powierzchnią stawów (OERTLI i in. 2002, KADOYA i in. 2004, SCHER i THIÈRY 2005, JEANMOUGIN i in. 2014, HOLTSMANN i in. 2018). Istotną rolę odgrywa tu również trofia wody i stadium sukcesji

(BERNARD i in. 2002, BUCZYŃSKI 2015). Badane stawy należały prawdopodobnie do wód eutroficznych (vide *Stan trofii w stawach*), tymczasem wzrost trofii wody może prowadzić pośrednio do zmniejszenia różnorodności odonatofauny (BERNARD i in. 2002, ZAWAL i in. 2004). Bogactwo gatunkowe ważek pozostaje w ścisłym związku z różnorodnością siedliska, stąd zaleca się zadbanie o obecność w obrębie jednego zbiornika miejsc będących w różnych stadiach sukcesji (WILDERMUTH 1994a, BERNARD i in. 2002, BUCZYŃSKI 2015, HOLTMANN i in. 2018), co można uzyskać choćby poprzez coroczne koszenie roślinności w odmiennych częściach akwenu (BERNARD i in. 2002, HOLTMANN i in. 2018); w podobny sposób można postąpić z zabiegami odmulania (HOLTMANN i in. 2018). Zabiegi te wiążą się jednak z usuwaniem jaj ważek – wraz z mułem i z roślinnością, bowiem część gatunków składa jaja do wodnych lub nadwodnych roślin (MERRITT i in. 1996). Ponadto rośliny stanowią często miejsca przesiadywania ważek np. w oczekiwaniu na ofiarę lub w ramach zachowań terytorialnych (np. HYKEL i in. 2020), a struktury roślinne mogą stanowić sygnał wizualny dla ważek poszukujących siedlisk (WILDERMUTH 1994b). W związku z tym prowadzenie wspomnianych zabiegów tylko w części zbiornika w danym roku nie tylko wpływa korzystnie na różnorodność siedliska, ale także pozwala nieco ograniczyć negatywny wpływ tych zabiegów na ważki. Tymczasem roślinność w badanych stawach była koszona jednakowo w obrębie całego stawu (obserwacja własna), a prawdopodobnie tak samo przebiegało odmulanie.

Stosunkowo podobną faunę ważek, zarówno pod względem jakościowym, jak i pod względem liczby gatunków, stwierdzono w obrębie stawów rybnych na obszarach położonych w powiecie pleszewskim (ŻURAWLEW 2013). Różnice jakościowe dotyczą głównie gatunków obserwowanych w obu badaniach jedynie w postaci pojedynczych *imagines*, jak np. *Sympetrum depressiusculum* z niniejszego badania czy *Brachytron pratense* (MÜLLER, 1764) lub *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825) z pleszewskich stawów. ŻURAWLEW (2013) dodatkowo uznał tam za prawdopodobny rozwój gatunków *Anax parthenope* (SELYS, 1839), *Cordulia aenea* (LINNAEUS, 1758) i *Somatochlora metallica* (VANDER LINDEN, 1825). Jeśli chodzi zaś o dwa ostatnie – w niniejszym badaniu obserwowano pojedyncze osobniki, należące najprawdopodobniej co najmniej do jednego z nich, jednakże nie zidentyfikowano ich do gatunku. Istotnych różnic jest zatem niewiele, a oba rodzaje stawów stanowią prawdopodobnie względnie podobne siedlisko – łączą je choćby zwykle niewielkie rozmiary (ŻURAWLEW 2013) i antropogeniczny charakter.

Odonatofauna badanych stawów w kontekście obszarów powiatu mińskiego i Mazowsza

Obszar powiatu mińskiego należy uznać za dość słabo zbadany pod względem odonatofauny; zbadano jedynie nieliczne stanowiska położone w jego obrębie (INGENITSKII 1893, INGENITSKY 1898, FUDAKOWSKI 1932, LEWANDOWSKA i LEWANDOWSKI 1995, BERNARD i in. 2009, MIKOŁAJCZUK 2012, MIKOŁAJCZUK i MIŁACZEWSKA 2012, MIŁACZEWSKA 2017, MIKOŁAJCZUK 2021). Również poszczególne kwadraty UTM wchodzące w skład obszaru powiatu wydają się być słabo zbadane, jako że dla części z nich brakuje danych dotyczących nawet gatunków tak pospolitych, jak *Ischnura elegans* czy *Platycnemis pennipes* (BERNARD i in. 2009).

Trzy gatunki – *Sympetrum depressiusculum*, *S. meridionale* i *Crocothemis erythraea* – stwierdzono w powiecie mińskim po raz pierwszy. Z kolei w przypadku *Gomphus vulgatissimus* oraz *Ischnura pumilio* istnieją jedynie dane historyczne z obszaru niektórych kwadratów UTM znajdujących się przynajmniej częściowo w granicach tego powiatu (BERNARD i in. 2009). Dla dwóch kwadratów UTM, w których obrębie leżą badane stawy, również wiele gatunków odnotowano po raz pierwszy. Dla kwadratu EC38 po raz pierwszy wykazano 22 gatunki: *Calopteryx virgo*, *Lestes sponsa*, *L. barbarus*, *Chalcolestes viridis*,

Sympecma fusca, *S. paedisca*, *Ischnura elegans*, *Erythromma najas*, *E. viridulum*, *Platycnemis pennipes*, *Aeshna mixta*, *A. cyanea*, *Anax imperator*, *Gomphus vulgatissimus*, *Libellula depressa*, *L. quadrimaculata*, *Orthetrum albistylum*, *Leucorrhinia albifrons*, *Sympetrum striolatum*, *S. vulgatum*, *S. meridionale* i *Crocothemis erythraea*. Z kolei dla kwadratu EC48 jest to 14 gatunków: *Calopteryx splendens*, *Lestes dryas*, *Sympecma paedisca*, *Ischnura pumilio*, *Platycnemis pennipes*, *Erythromma viridulum*, *Aeshna mixta*, *Libellula depressa*, *Orthetrum albistylum*, *O. cancellatum*, *Sympetrum depressiusculum*, *S. striolatum*, *S. meridionale* i *Crocothemis erythraea*. Co więcej, w przypadku *Ischnura elegans* i *Pyrrhosoma nymphula* istnieją wprowadzić dane na temat ich występowania w obrębie tego kwadratu, ale pochodzą one z okresu historycznego, sprzed 1991 r. (BERNARD i in. 2009).

Pod względem bogactwa gatunkowego teren badanych stawów nie wyróżniał się na tle Mazowsza, bowiem na wielu obszarach tej krainy jest ono niskie, a zgrupowania tych owadów często składają się głównie z eurytopów (BERNARD i in. 2009, TOŃCZYK 2007, BUCZYŃSKI i in. 2014). Należy jednak pamiętać, że badane stawy reprezentują tylko jeden typ siedliska.

Wybrane stwierdzone gatunki w kontekście ich preferencji siedliskowych

Pojedyncza obserwacja reobiontycznego *Calopteryx virgo* była bez wątpienia przypadkowa; również obserwacje *C. splendens* wynikają najprawdopodobniej ze skłonności dyspersyjnych gatunku (BERNARD i in. 2009). Być może przedstawiciele drugiego z wymienionych gatunków, odnotowani w stawie nr 5, rozwijali się w płynącej nieopodal strudze Srebrnej, zwłaszcza, że gatunek ten jest odporny na umiarkowane zanieczyszczenia (BERNARD i in. 2009), jakich można się spodziewać w cieku płynącym w pobliżu autostrady. Srebrna może stanowić też siedlisko odnotowanej m.in. przy pobliskich stawach nr 4 i 5 *Pyrrhosoma nymphula*, która we wschodniej połowie kraju zasiedla przede wszystkim z wody płynące (BERNARD i in. 2009), a także reofilnego *Platycnemis pennipes*, którego zaobserwowano w obrębie stawu nr 4. *P. pennipes* stwierdzono także przy położonych z dala od Srebrnej stawach nr 1 i 3, jednak jego rozwój potwierdzono tylko w pierwszym z wymienionych.

W obrębie stawu nr 1 znaleziono również wylinki *Gomphus vulgatissimus* (Ryc. 5) – zasiedlającego głównie wody płynące (BERNARD i in. 2009), zaliczanego ponadto do antropoksenów w środkowo-wschodniej Polsce (BUCZYŃSKI 2015). Gatunek może jednak zasiedlać również wody stojące, takie jak jeziora (BERNARD i in. 2009), a także mniejsze zbiorniki, pod warunkiem dobrej jakości wody (WEIHRAUCH 1998). Być może zatem rozwój gatunku w stawie nr 1 świadczy o względnie dobrej jakości wody w tym stawie. Niewykluczone, iż mają tam miejsce wysięki zimnych wód gruntowych, sprzyjające obecności *G. vulgatissimus* (WEIHRAUCH 1998). Ponadto jedynie przy tym stawie droga serwisowa pozostawała zamknięta z jednej strony, wskutek czego była z pewnością mniej użytkowana niż w przypadku odcinków tej drogi biegnących obok pozostałych stawów. To z kolei mogło mieć wpływ na ilość zanieczyszczeń spływających z deszczem bezpośrednio do stawu. Również względnie duża przezroczystość wody i stosunkowo niski poziom trofii mogły sprzyjać zasiedleniu przez *G. vulgatissimus* tego stawu (WEIHRAUCH 1998). *G. vulgatissimus* był już w kraju stwierdzany w obrębie antropogenicznych zbiorników, takich jak zwirownie, piaskownie, czy niewielkie stawy (BERNARD i in. 2009, BUCZYŃSKI i BUCZYŃSKA 2014, PAWLAK 2020).

Rozwój *Libellula depressa* i *Orthetrum albistylum* w stawach nr 1 i 6 można powiązać z wyjątkowo słabo, w kontekście pozostałych stawów, rozwiniętymi szuwarami, bowiem oba gatunki preferują siedliska ubogie w roślinność (BERNARD i in. 2009).

Autochtoniczność *Orthetrum albistylum* oraz *Crocothemis erythraea* – gatunków południowych, wybitnie termofilnych, związanych głównie z akwenami o charakterze antropogenicznym (BERNARD i in. 2009, BUCZYŃSKI 2015), potwierdzono jedynie w stawach stanowiących typowe dla nich siedlisko, a więc w przypadku *O. albistylum* w stosunkowo ubogich w roślinność stawach nr 1 i 6 (choć w tym drugim, w przeciwieństwie do szuwaru, dość intensywnie rozwinięta była roślinność pływająca), natomiast *C. erythraea* – w stawie nr 2, o przezroczystej wodzie i przynajmniej miejscami obfitej roślinności zanurzonej (BERNARD i in. 2009).

W obrębie większości stawów stwierdzono liczne populacje *Erythromma viridulum*. Gatunek ten preferuje ciepłe i płytkie zbiorniki z licznie reprezentowaną roślinnością zanurzoną, wyrastającą tuż nad powierzchnią wody, taką jak przedstawiciele rodzajów *Ceratophyllum* oraz *Myriophyllum*, a także *Elodea canadensis* (BERNARD i in. 2009, BUCZYŃSKI i in. 2009, BUCZYŃSKI i in. 2014). Stawy, w których stwierdzono *Erythromma viridulum*, w dużej części odpowiadały przedstawionemu opisowi preferowanego siedliska.

Rozwój *Orthetrum cancellatum* potwierdzono w trzech stawach, mimo że gatunek ten raczej unika niewielkich zbiorników (BERNARD i in. 2009).

Jedynie trzy gatunki – *Ischnura elegans*, *Coenagrion puella* i *Sympetrum vulgatum* – uznano za co najmniej prawdopodobnie autochtoniczne we wszystkich stawach. Wszędzie obserwowano także *Anax imperator*, jedynie w jednym ze stawów nie zaklasyfikowano go jako choćby prawdopodobnie autochtonicznego. Taka sama sytuacja dotyczyła *Sympetrum sanguineum*. Wysoka frekwencja wspomnianych dwóch gatunków nie stanowi zaskoczenia, jako że ich preferencje siedliskowe ukierunkowane są właśnie na niewielkie zbiorniki (BERNARD i in. 2009).

Pośród stwierdzonych gatunków autochtonicznych i prawdopodobnie autochtonicznych, jeden gatunek zaliczany jest do antropofili I°, 18 do antropofili II°, cztery do gatunków antropotolerancyjnych i jeden do antropksenów w środkowo-wschodniej Polsce, z kolei wśród pozostałych jedenastu gatunków stwierdzonych, 9 klasyfikowanych jest jako antropofile I° lub II° (BUCZYŃSKI 2015). Odonatofauna badanych stanowisk złożona była zatem głównie z gatunków generalnie względnie częściej występujących lub liczniej reprezentowanych w środowiskach przekształconych przez człowieka (BUCZYŃSKI 2015).

Stan trofii w stawach

Choć nie dokonywano pomiarów wskaźników pozwalających na ocenę stanu trofii w stawach (SZATYŁOWICZ i SIEMIENIUK 2014, SZEWCZYK 2015), to jednak wskazówkę w tym względzie mogą stanowić zebrane dane dotyczące glonów i makrofitów, których przyspieszony wzrost odnotowuje się w warunkach eutrofizacji (USTAWA... 2017), a także dotyczące obecności kilku gatunków ważek o udokumentowanych preferencjach odnośnie stanu trofii akwenu, a mianowicie: *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans* i *Erythromma najas*. Pierwsza z nich preferuje zbiorniki o niskiej trofii, druga zrównoważone wody eutroficzne, a trzecia zbiorniki o wysokiej trofii (BERNARD i in. 2002, WENDZONKA 2004, BERNARD i in. 2009, ŚNIEGULA i GOŁĄB 2009, BUCZYŃSKI 2012). Najliczniejsza w obrębie niemal wszystkich stawów była *Ischnura elegans*, która również jako jedyna z wymienionych została odnotowana w każdym ze stawów. *Erythromma najas* uznano za gatunek co najmniej prawdopodobnie autochtoniczny tylko w przypadku stawów nr 1, 2 i 3, przy czym w ostatnim z wymienionych liczebność tego gatunku należy uznać za największą w porównaniu do pozostałych, także biorąc pod uwagę liczbę zebranych wylinek. Tymczasem rozwój *Enallagma cyathigerum* uznano za co najmniej prawdopodobny w przypadku stawów nr 1, 2, 3, 7 i 8, jednak gatunek ten raczej nie tworzył w nich populacji liczniejszych niż *Ischnura elegans*. W związku z powyższym można podejrzewać, że wszystkie stawy należały do zrównoważonych wód eutroficznych. Co więcej,

najliczniejsza w wodach eutroficznych bywa często również *Erythromma viridulum* (BERNARD i in. 2009). Jej rozwój uznano za co najmniej prawdopodobny w stawach 2, 3, 6, 7 i 8. We wszystkich wymienionych stwierdzono przynajmniej raz wysoką liczebność tego gatunku (kilkadziesiąt osobników), a w przypadku niemal wszystkich był on najliczniejszym w trakcie niektórych obserwacji. Najwyższy spośród badanych stanowisk poziom trofii prawdopodobnie dotyczył stawów nr 3, 5, 7 i 8, również biorąc pod uwagę obecność glonów, a także stopień zarośnięcia. Niemal zupełny brak glonów oraz niski stopień porośnięcia makrofitami pozwala przypuszczać, że staw nr 1 wykazywał najniższy stopień żyzności.

Autostradowe stawy retencyjne a ochrona ważek

W stawach nr 1 i 2 odnotowano najwięcej gatunków autochtonicznych i prawdopodobnie autochtonicznych, pozostają one zatem najbardziej wartościowymi stawami z punktu widzenia ochrony ważek. Częściowo chronione *Sympecma paedisca* uznano tam za gatunek odpowiednio prawdopodobnie autochtoniczny i autochtoniczny. Powiat miński położony jest w strefie lokalnego i rzadkiego występowania tego gatunku (BERNARD i in. 2009). Jednakże *S. paedisca* właściwie nie jest w Polsce zagrożona, a objęcie jej ochroną wynika z ratyfikacji Konwencji Berneńskiej (BERNARD i in. 2002). Ponadto tylko w stawie nr 1 zaobserwowano drugi stwierdzony w badaniu gatunek chroniony – *Leucorrhinia albifrons*. Z kolei za najmniej wartościowy uznać można staw nr 5, w związku z najniższą liczbą stwierdzonych tam gatunków co najmniej prawdopodobnie autochtonicznych. Taki stan rzeczy mógł wynikać choćby ze znacznego stopnia zarośnięcia stawu, a także z przypuszczalnego okresowego wysychania w niektórych jego częściach (BERNARD i in. 2002).

Zbiorniki antropogeniczne mogą odgrywać bardzo istotną rolę w ochronie ważek, zwłaszcza w kontekście degradacji i zanikania wód naturalnych (BUCZYŃSKI 2015), przy czym niewielkie sztuczne zbiorniki często charakteryzują się największym bogactwem gatunkowym spośród różnego rodzaju wód na danym obszarze (TOŃCZYK i STANKIEWICZ 2008, BUCZYŃSKI i in. 2014, BUCZYŃSKI i in. 2020); nie jest to jednak oczywiście regułą (np. WACHOWICZ-OLSAK i MICHOŃSKI 2013). Zbiorniki antropogeniczne mogą także stanowić bardzo cenne siedlisko wtórne dla zgrupowań ważek charakterystycznych dla mezotroficznych i eutroficznych jezior oraz cieków łąkowych (BUCZYŃSKI 2015), a także dla gatunków, takich jak *Anax imperator*, dla których siedliskiem pierwotnym są niewielkie naturalne zbiorniki (BERNARD i in. 2002).

W badaniu na 6 autostradowych stawach retencyjnych i 1 kontrolnym SCHER i THIÈRY (2005) stwierdzili w tych pierwszych częstsze występowanie niektórych gatunków rzadszych w regionie oraz wysokie bogactwo gatunkowe ważek – razem 29 gatunków; liczba ta jest stosunkowo podobna do odnotowanej w niniejszym badaniu, mimo nieco odmiennej francuskiej odonotofauny (DRAGONFLYPIX 2021). LE VIOL i in. (2009) wykazali brak istnienia istotnych różnic pod względem liczby stwierdzonych rodzin ważek między autostradowymi stawami retencyjnymi a innymi zbiornikami w okolicy, choć generalnie odnotowano wyższą różnorodność bezkręgowców w obrębie pierwszych z wymienionych, mimo większego zasolenia i wyższego stężenia zanieczyszczeń. Z kolei badania SUN i in. (2018) nad bezkręgowcami w autostradowych stawach retencyjnych wykazały niewielką różnorodność w małych, silnie zanieczyszczonych zbiornikach, a także ujemną korelację między obecnością większości taksonów, a stężeniem metali. Podobne wyniki uzyskali również SUN i in. (2019). MELAND i in. (2019) wykazali obecność istotnie większych uszkodzeń DNA u larw z rodzaju *Aeshna* żyjących w obrębie zbiorników sedymentacyjnych położonych przy autostradzie w porównaniu do larw występujących w naturalnych zbiornikach. Wobec powyższego, rola autostradowych stawów retencyjnych jako siedlisk ważek pozostaje niejednoznaczna.

Podsumowanie i wnioski

Niniejsza praca prezentuje wyniki pierwszych systematycznych badań odonatofauny autostradowych stawów retencyjnych w Polsce. Wyniki te mogą stanowić tło porównawcze dla dalszych krajowych badań odonatologicznych w obrębie takich stawów. Ponadto pozwalają na uzupełnienie wiedzy o faunie ważek powiatu mińskiego i jednocześnie dwóch słabo zbadanych kwadratów UTM.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań oraz ich dyskusji można wysnuć następujące wnioski:

- Odonatofauna poszczególnych badanych autostradowych stawów retencyjnych była uboga jakościowo, zatem stanowiły one dostatecznie atrakcyjne siedlisko jedynie dla wąskiego spektrum gatunków ważek.
- Badane stawy wykazują duże podobieństwa faunistyczne jakościowe względem siebie, więc stanowiły porównywalne siedliska dla ważek.
- W związku z faktem, iż badane stawy zasiedlane były głównie przez eurytopowe i pospolite gatunki, prawdopodobnie nie odgrywają one roli w zwiększeniu różnorodności ważek przyległego obszaru, jakim jest powiat miński, ale jak wskazują choćby badania LE VIOL i in. (2009), z pewnością poprawiają dostępność siedlisk dla tych owadów i odgrywają istotną rolę we wzmocnieniu łączności między ekosystemami wodnymi obecnymi na badanym obszarze. Wykazano zaś istnienie związku pomiędzy zagęszczeniem zbiorników i ich łącznością a różnorodnością biologiczną (GLEDHILL i in. 2008, MCCARTHY i LATHROP 2011, WILLIGALLA i FARTMANN 2012, HASSALL i ANDERSON 2015, SUN i in. 2019). Z drugiej strony, inne badania wskazują, że zanieczyszczenia, które mogą być obecne w takich stawach, mogą stanowić zagrożenie dla samych owadów wodno-lądowych, takich jak ważki (MELAND i in. 2019), a w dalszej kolejności być może nawet dla ekosystemów lądowych, w których funkcjonują dorosłe osobniki tych owadów (m.in. CETINIĆ i in. 2021). Stąd całościowa rola autostradowych stawów retencyjnych jako siedlisk ważek pozostaje niejednoznaczna.

Biorąc pod uwagę ewentualne przyszłe kierunki badań, warto byłoby przede wszystkim poddać analizie własności fizyczne i chemiczne wody w badanych stawach, a także ocenić ją pod kątem obecności zanieczyszczeń pochodzących z dróg. Interesujących wniosków mogłoby również dostarczyć zbadanie odonatofauny niewielkich zbiorników znajdujących się w okolicy omawianych stawów retencyjnych. Podobne badania, przeprowadzone w obrębie autostradowych stawów retencyjnych w innych regionach kraju, pozwoliłyby na pozyskanie wartościowych danych do analizy porównawczej.

Podziękowania

Dziękuję dr. inż. Krzysztofowi KLIMASZEWSKIEMU (Katedra Biologii Środowiska Zwierząt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie) za pomysł dotyczący miejsca przeprowadzenia badań. Składam również serdeczne wyrazy wdzięczności dr. hab. Pawłowi BUCZYŃSKIEMU (Katedra Zoologii i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie) za wskazówki dotyczące opracowywania wyników oraz liczne uwagi dotyczące pierwszej wersji artykułu, a także dr Julii DOBRZAŃSKIEJ (Fundacja WWF Polska) za sugestie dotyczące metodyki oraz wskazanie wartościowej literatury. Osobne podziękowania kieruję do Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (Oddział w Warszawie, Rejon w Mińsku Mazowieckim) za udzielenie dostępu do autostradowych stawów retencyjnych.

Piśmiennictwo

- BERNARD R., BUCZYŃSKI P., TOŃCZYK G. 2002. Present state, threats and conservation of dragonflies (Odonata) in Poland. *Nature Conservation*, 59(2): 53-71.
- BERNARD R., BUCZYŃSKI P., TOŃCZYK G., WENDZONKA J. 2009. Atlas rozmieszczenia ważek (Odonata) w Polsce. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- BUCZYŃSKI P. 2012. VI.1 Ważki (Odonata) [VI.1. Dragonflies (Odonata)]. [w:] R. KORNILÓW, P. BUCZYŃSKI (red.). Jezioro Skomielno (Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie, Polska Wschodnia). Monografia przyrodnicza. Wyd. Mantis, Olsztyn: 238-256.
- BUCZYŃSKI P. 2015. Dragonflies (Odonata) of anthropogenic waters in middle-eastern Poland. Wyd. Mantis, Olsztyn.
- BUCZYŃSKI P., BERNARD R., PIETRZAK L. 2009. Ważki (Odonata) wybranych zbiorników torfowiskowych w okolicy Żłocieńca (Polska północno-zachodnia). *Chrońmy Przyrodę Ojczyzn*, 65(5): 353-364.
- BUCZYŃSKI P., BUCZYŃSKA E. 2014. Interesujące obserwacje ważek (Odonata) w piaskowni w Borowej (Polska środkowo-wschodnia). *Odonatrix*, 10(2): 63-64.
- BUCZYŃSKI P., BUCZYŃSKA E., BARANOWSKA M., LEWNIIEWSKI Ł., GÓRAL N., KOZAK J., TARKOWSKI A., SZYKUT K.A. 2020. Dragonflies (Odonata) of the city of Lublin (Eastern Poland). *Polish Journal of Entomology*, 89(3): 153-180. doi: 10.5604/01.3001.0014.4239.
- BUCZYŃSKI P., BUCZYŃSKA E., MICHALCZUK W. 2019. From Southern Balkans to Western Russia: Do First Polish Records of *Pantala flavescens* (FABRICIUS, 1798) (Odonata: Libellulidae) Indicate a Migration Route? *Journal of the Entomological Research Society*, 21(1): 11-16.
- BUCZYŃSKI P., MARCZAK D., TOŃCZYK G., LUKAŠUK A., NAREWSKA-PRELLA K. 2014. Ważki (Odonata) Rezerwatu Biosfery „Puszcza Kampinowska”: nowe dane i stan poznania. *Odonatrix*, 10(1): 1-23.
- CETINIĆ K.A., PREVIŠIĆ A., ROŽMAN M. 2021. Holo- and hemimetabolism of aquatic insects: Implications for a differential cross-ecosystem flux of metals. *Environmental Pollution*, 277(116798): 1-9. doi: 10.1016/j.envpol.2021.116798.
- CZACHOROWSKI S. 2004. Opisywanie biocenozy – zoocenologia, skrypt elektroniczny dla magistrantów, www.uwm.edu.pl/czachor/publik/pdf-inne/zoocenozy.pdf (dostęp: 18.05.2021).
- DRAGONFLYPIX 2021. Checklist France: mainland; scientific names, http://www.dragonflypix.com/areachecklists/areacl_fr_sc_cl.html (dostęp: 21.05.2021).
- DYREKTYWA RADY 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. Załącznik IV. Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich nr L 206 z późn. zm.
- FUDAKOWSKI J. 1932. Neue Beiträge zur Odonaten-Fauna Polens. *Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici*, 1 (15): 389-401.
- GAJEWSKA K., KLIMASZEWSKI K. 2015. Wykorzystanie przez płazy zbiorników retencyjnych przy autostradzie A2 na odcinku obwodnicy Mińska Mazowieckiego. [w:] B. BORCZYK (red.). *Studenckie Prace Herpetologiczne. Tom III. Studenckie Koło Naukowe Herpetologów*, Wrocław: 64-78.
- GENELETTI D. 2003. Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3): 343-365. doi: 10.1016/S0195-9255(02)00099-9.
- GDDKIA [GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD] 2015a. Budowa obwodnicy Mińska Mazowieckiego w ciągu drogi krajowej nr 2 na parametrach autostrady na odcinku Choszczówka-Węzeł Ryczołek od km 520+400 do 541+249, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/7954/a2-obwodnica-minska-mazowieckiego> (dostęp: 14.01.2021).
- GDDKIA [GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD] 2015b. Prognoza Oddziaływania na Środowisko dla Projektu Programu Budowy Dróg Krajowych na lata 2014 –2023. MIR, Warszawa.
- GLEDHILL D.G., JAMES P., DAVIES D.H. 2008. Pond density as a determinant of aquatic species richness in an urban landscape. *Landscape Ecology*, 23(10): 1219-1230. doi: 10.1007/s10980-008-9292-x.
- HASSALL C., ANDERSON S. 2015. Stormwater ponds can contain comparable biodiversity to unmanaged wetlands in urban areas. *Hydrobiologia*, 745(1): 137-149. doi: 10.1007/s10750-014-2100-5.
- HOLTMANN L., JUCHEM M., BRÜGGESHEMKE J., MÖHLMAYER A., FARTMANN T. 2018. Stormwater ponds promote dragonfly (Odonata) species richness and density in urban areas. *Ecological Engineering*, 118: 1-11. doi: 10.1016/j.ecoleng.2017.12.028.
- HYKEL M., RUŽIČKOVÁ J., DOLNÝ A. 2020. Perch selection in *Sympetrum* species (Odonata: Libellulidae): importance of vegetation structure and composition. *Ecological Entomology*, 45(1): 90–96. doi: 10.1111/een.12778.
- IMGW. 2021. Mapy klimatu Polski, <https://klimat.imgw.pl/pl/climate-maps/> (dostęp: 23.12.2021).
- INGENITSKII I. 1893. K faune i organizatsii strekoz (Odonata) Privisljanskago Kraja. *Varshavskiya Yniversitetskiya Izvestiya*, 1893(1): 1-39.

- INGENITZKY J. 1898. Les Odonates de la Pologne Russe. Mémoires de la Société Zoologique de France, 11: 48-61.
- JEANMOUGIN M., LEPRIEUR F., LOÏS G., CLERGEAU P. 2014. Fine-scale urbanisation affects Odonata species diversity in ponds of a megacity (Paris, France). Acta Oecologica, 59: 26–34. doi: 10.1016/j.actao.2014.05.008.
- JEDUT R. 1970. Problemy porządkowania i podziału jednostek terytorialnych przy użyciu zespołu metod taksonomicznych. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B, 25(7): 177-222.
- KADOYA T., SUDA S., WASHITANI I. 2004. Dragonfly species richness on man-made ponds: effects of pond size and pond age on newly established assemblages. Ecological Research, 19(5): 461–467. doi: 10.1111/j.1440-1703.2004.00659.x.
- KALKMAN V.J., BOUDOT J.-P., BERNARD R., CONZE K.-J., DE KNIJF G., DYATLOVA E., FERREIRA S., JOVIĆ M., OTT J., RISERVATO E., SAHLÈN G. 2010. European Red List of Dragonflies. Publications Office of the European Union, Luksemburg.
- KONDRACKI J. 2014. Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- LE VIOL I., MOCQ J., JULLIARD R., KERBIRIOU C. 2009. The contribution of motorway stormwater retention ponds to the biodiversity of aquatic macroinvertebrates. Biological Conservation, 142(12): 3163-3171. doi: 10.1016/j.biocon.2009.08.018.
- LEWANDOWSKA I., LEWANDOWSKI D. (red.) 1995. Mazowiecki i Chojnowski Park Krajobrazowy. Fundacja na Rzecz Parków Krajobrazowych, Narodowych i Lasów Polskich – Terra Sana, Warszawa.
- MAPA BIORÓŻNORODNOŚCI 2020. Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności, <https://baza.biomap.pl/pl/taxon/genus-hydrophilus/default/tr/y> (dostęp: 06.04.2021).
- MCCARTHY K., LATHROP R. 2011. Stormwater basins of the New Jersey coastal plain: Subsidies or sinks for frogs and toads? Urban Ecosystems, 14(3): 395-413. doi: 10.1007/s11252-011-0161-z.
- MELAND S., GOMES T., PETERSEN K., HÅLL J., LUND E., KRINGSTAD A., GRUNG M. 2019. Road related pollutants induced DNA damage in dragonfly nymphs (Odonata, Anisoptera) living in highway sedimentation ponds. Scientific Reports, 9(1): 1-15. doi: 10.1038/s41598-019-52207-4.
- MERRITT R., MOORE N.W., EVERS HAM B.C. 1996. Atlas of the Dragonflies of Britain and Ireland. HMSO, London.
- 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. 2021. Wybiórczość siedliskowa i dynamika populacji *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) na Południowym Podlasiu i obszarach przyległych. Odonatrix, 17 (Supl. 1).
- MIKOŁAJCZUK P., MIŁACZEWSKA E. 2012. Nowe stanowiska iglicy małej *Nehalennia speciosa* (CHARPENTIER, 1840) (Odonata: Coenagrionidae) we wschodniej części Mazowsza i północnej części województwa lubelskiego. Odonatrix, 8(1): 1-10.
- MIŁACZEWSKA E. 2017. Historia jednego oczka. Odonatrix, 13(3): 1-5.
- NOWACKA D. 2014. Wpływ inwestycji drogowych na zwierzęta – działania minimalizujące. Budownictwo i architektura, 13(1): 63-73.
- OERTLI B., JOYE D.A., CASTELLA E., JUGE R., CAMBIN D., LACHAVANNE J.-B. 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. Biological Conservation, 104(1): 59-70. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00154-9.
- PAWLAK S. 2020. Obserwacje ważek (Odonata) w okolicach Wieruszowa (województwo łódzkie) w latach 2017-2020. Odonatrix, 16(16): 1-34.
- PAWŁOWSKI J., KUBISZ D., MAZUR M. 2002. *Coleoptera* Chrząszcze. [w:] Z. GŁOWAŃSKI (red.). Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. IOP PAN, Kraków: 88-110.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. 2016 poz. 2183.
- SCHER O., THIÉRY A. 2005. Odonata, Amphibia and environmental characteristics in motorway stormwater retention ponds (Southern France). Hydrobiologia, 551(1): 237-251. doi: 10.1007/s10750-005-4464-z.
- SISK [STOWARZYSZENIE INTEGRACJI STOŁECZNEJ KOMUNIKACJI]. 2012. Autostrada A2 – obwodnica Mińska Mazowieckiego, <http://siskom.waw.pl/a2-obwodnica-minska-mazowieckiego.htm> (dostęp: 13.05.2021).
- SUN Z., BRITTAİN J.E., SOKOLOVA E., THYGESEN H., SALTVEIT S.J., RAUCH S., MELAND S. 2018. Aquatic biodiversity in sedimentation ponds receiving road runoff – What are the key drivers? Science of The Total Environment, 610: 1527-1535. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.080.
- SUN Z., SOKOLOVA E., BRITTAİN J.E., SALTVEIT S.J., RAUCH S., MELAND S. 2019. Impact of environmental factors on aquatic biodiversity in roadside stormwater ponds. Scientific Reports, 9(1): 5994. doi: 10.1038/s41598-019-42497-z.
- SZATYŁOWICZ E., SIEMIENIUK A. 2014. Przegląd metod oceny stanu troficznego wód powierzchniowych. [w:] I. SKOCZKO, J. PIEKUTIN, E. SZATYŁOWICZ (red.). Inżynieria środowiska – młodym okiem. Tom 4. Wody powierzchniowe i podziemne. Ofic. Wyd. Pol. Białostockiej, Białystok: 144-174.

- SZEWCZYK A. 2015. Przegląd metod określania eutrofizacji wód powierzchniowych. Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych, 8(22): 67-75.
- ŚNIEGULA S., GOŁĄB M.J. 2009. Ważki (Odonata) wybranych zbiorników torfowiskowych okolic Bornego Sulinowa (Pojezierze Zachodniopomorskie oraz Południowopomorskie). Wiadomości Entomologiczne, 28(1): 33-41.
- TOŃCZYK G. 2007. Wrażenia nie tylko ważkowe z badań terenowych na północnym Mazowszu. Odonatrix, 3(1): 19-21.
- TOŃCZYK G., STANKIEWICZ M. 2008. Ważki (Odonata) Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich. Odonatrix, 4(1): 1-11.
- TROMBULAK S.C., FRISSELL C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology, 14(1): 18-30. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x.
- USTAWA z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne. Dz. U. 2017 poz. 1566.
- WACHOWICZ-OLSAK M., MICHONSKI G. 2013. Dragonflies (Odonata) of the Staw Goślicki pond in the forest of Puszcza Wkrzańska (NW Poland). Acta Biologica, 20: 71-80.
- WEIHRAUCH F. 1998. Die Entwicklung von *Gomphus vulgatissimus* (L.) in Kiesgrubengewässern: seltene Ausnahme oder lediglich übersehen? Libellula, 17(3/4): 149-161.
- WENDZONKA J. 2004. Ważki (Odonata) kaszubskich jezior lobeliowych. Parki narodowe i Rezerваты Przyrody, 23(3): 395-410.
- WENDZONKA J. 2005. Klucz do oznaczania dorosłych ważek (Odonata) Polski. Odonatrix, 1(Supl. 1): 1-32.
- WILDERMUTH H. 1994a. Dragonflies an nature conservation: an analysis of the current situation in Central Europe. Advances in Odonatology, 6(1): 199-221.
- WILDERMUTH H. 1994b. Habitatselektion bei Libellen. Advances in Odonatology, 6(1): 223-257.
- WILLIGALLA C., FARTMANN T. 2012. Patterns in the diversity of dragonflies (Odonata) in cities across Central Europe. European Journal of Entomology, 109(2): 235-245. doi: 10.14411/eje.2012.031.
- ZAWAL A., BUCZYŃSKI P., MROWIŃSKI P. 2004. Ważki (Odonata) kilku drobnych zbiorników wodnych okolic Nowogardu (Pobrzeże Szczecińskie). Wiadomości Entomologiczne, 23(4): 197-213.
- ŻURAWLEW P. 2013. Ważki (Odonata) pogranicza Wysoczyzny Kaliskiej i Równiny Rychwalskiej (Wielkopolska). Odonatrix, 9(2): 33-54.