

LIDIA MARSZAŁ, GRZEGORZ ZIĘBA, ANDRZEJ KRUK, MARIUSZ TSZYDEL,
SZYMON TYBULCZUK, DARIUSZ PIETRASZEWSKI, WANDA GALICKA,
BARTOSZ JANIC

Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki

ICHTIOFAUNA STRUMIENI W SYSTEMIE WISŁY W MIEŚCIE ŁÓDZI*

ICHTHYOFAUNA OF STREAMS IN THE VISTULA RIVER SYSTEM IN THE CITY OF ŁÓDŹ

Abstract: In 2010 in the City of Łódź, Central Poland, electrofishing was carried out at 12 sites in the Miazga, Bzura, Sokołówka and Łagiewniczanka Streams in the Vistula system. Eight fish species were recorded, of which two were alien (gibel *Carassius gibelio* and topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*) and only two were rheophilic (ide *Leuciscus idus* and gudgeon *Gobio gobio*). Roach *Rutilus rutilus* and three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* constituted 64% of all the fish in samples. Stone loach *Barbatula barbatula*, usually common in other similar streams, was absent. The fish distribution and abundance was significantly determined by the stream regulation.

In the Sokołówka electrofishing was conducted earlier at the same six sites in 2002. Seven species were recorded in both terms; in 2010 ide (coming from stocking) was captured instead of the previously recorded crucian carp *Carassius carassius*. The total fish abundance was over twice lower than in 2002.

Słowa kluczowe: miejski ekosystem wodny, zanieczyszczenie wody, regulacja koryta

Key words: urban aquatic ecosystem, water pollution, stream regulation

1. WSTĘP

Łódź, trzecie co do wielkości miasto w Polsce, swoją lokalizację zawdzięcza głównie wododziałowemu położeniu i występującym na jej terenie zasobom wodnym – źródłom Bzury i Neru wraz z ich licznymi dopływami zasilającymi pośrednio odpowiednio Wisłę i Odrę. To właśnie obecność małych, czystych

* Praca powstała w ramach grantu Nr Ed.VII.4346/G-17/2009 i 2010 Prezydenta Miasta Łodzi, finansowanego ze środków budżetu miasta Łodzi.

strumieni, płynących szybkim nurtem z powodu dużych spadków terenu, zdecydowała o rozwoju w Łodzi przemysłu włókienniczego. W wyniku eksploatacji strumieni na przestrzeni ostatnich dwóch wieków sieć hydrograficzna miasta uległa znacznym przekształceniom w stosunku do stanu naturalnego. Powszechnym problemem jest ograniczenie lub całkowity zanik przepływu naturalnego strumieni wskutek ich odcięcia od naturalnych źródeł zasilania, osuszania obszarów podmokłych i zbiorników wodnych, wylesiania okolicznych terenów, zabudowy i niwelacji dolin oraz utwardzania powierzchni miejskich (WIOŚ 2009). Koryta cieków na znacznych odcinkach zostały zamienione w betonowe odkryte i podziemne kanały, zasilane wodą opadową lub ściekami bytowymi (BIEŻANOWSKI 2003; ZAJĄC-WAACK 2007). Efektem ubocznym owych zmian jest deficyt wody na terenie miasta, a jednocześnie podtopienia terenów położonych poniżej Łodzi, gdyż łódzkie strumienie odbierają wody opadowe z terenu zlewni o powierzchni ponad 290 km² i odprowadzają praktycznie całą ich objętość. Mimo że część wód zatrzymywana jest w zbiornikach, których aktualnie jest w Łodzi ponad 50, w tym 34 zbiorniki w zlewni Bzury i 5 w zlewni rzeki Miazgi, to ich pojemność retencyjna jest niewystarczająca (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007).

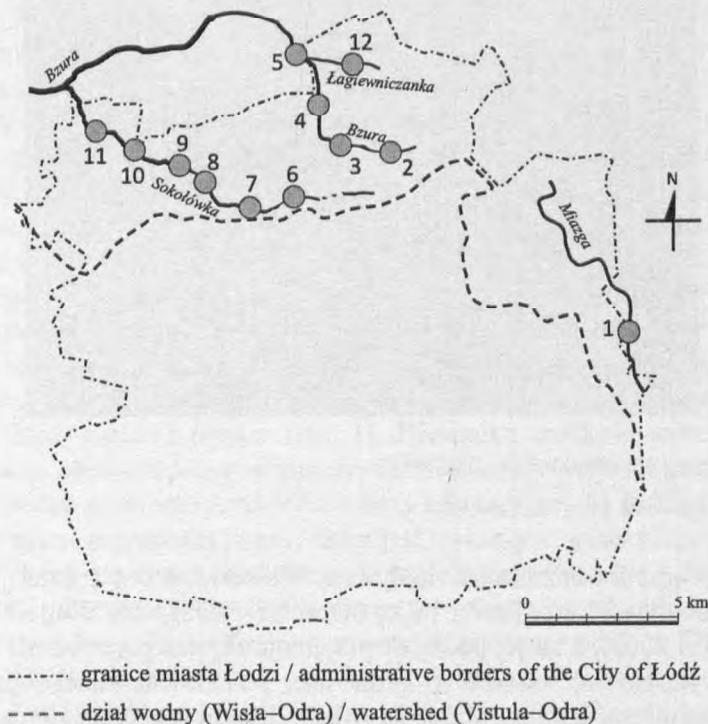
Regulacja koryta rzeki zazwyczaj znacznie ogranicza różnorodność siedlisk, żerowisk i tarlisk ryb. Dlatego szczególnie ważne są zabiegi mające na celu zachowanie wzajemnych połączeń poszczególnych siedlisk (w tym starorzeczy), co umożliwi rybom korzystanie z oferowanych przez nie zasobów. Wskazane jest również urozmaicenie struktury koryta przy pomocy małych, prostych budowli (kamienie, bloki betonowe, urządzenia z drewna), tworzenie sztucznych tarlisk i zastoisk oraz odtworzenie zbiorników wodnych tam, gdzie jest to jeszcze możliwe (BACKIEL 1993; ZAJĄC-WAACK 2007). Obecnie władze miejskie podejmują działania mające na celu przywrócenie stanu naturalnego dolinom rzek. W tym celu przyjęto *Program małej retencji dla miasta Łodzi (2001–2015)*, w ramach którego głównym działaniem będzie budowa i odtworzenie zbiorników wodnych o charakterze retencyjnym (suche zbiorniki) lub retencyjno-widokowym (mokre zbiorniki). Większość z projektowanych zbiorników będzie zlokalizowana w zlewni rzeki Bzury z powodu dogodniejszych warunków hydrograficznych (głęboka i wcięta dolina, stosunkowo czysta woda oraz słabo zurbanizowana zlewnia).

Równoległe do programu małej retencji powstała koncepcja renaturyzacji przekształconych przez człowieka rzek czyli przywrócenia ich miastu w formie maksymalnie zbliżonej do naturalnej (BOCIAN *et al.* 1998; KUJAWA, ZAWILSKI 1998; ZAWILSKI *et al.* 1998). Kompleksowe działania w zakresie renaturyzacji prowadzone są aktualnie na strumieniu Sokołówka, który zachował w dużym stopniu charakter cieku naturalnego, a jego dolina jest stosunkowo słabo przekształcona przez człowieka (ZALEWSKI, WAGNER 2004; WAGNER, ZALEWSKI 2009). W ramach koncepcji zostanie odtworzone naturalne, kręto-meandrujące koryto i powstanie wzdłuż niego 7 stawów (w tym zbiorniki retencyjne). W celu oceny efektu zastosowanych rozwiązań konieczne jest monitorowanie ichtiofaun-

ny jako jednego z najważniejszych wskaźników stanu środowiska wodnego. Po raz pierwszy inwentaryzację fauny ryb strumieni miasta Łodzi w systemie Wisły przeprowadzono na przełomie XX i XXI wieku (KRUK *et al.* 2005; ZIĘBA *et al.* 2007). Wykazano wtedy, iż zarówno liczebność, jak i skład gatunkowy ryb były skrajnie ubogie. Dominowały gatunki o niewielkich rozmiarach ciała, o szerokim spektrum tolerancji na niekorzystne warunki środowiska. Obecnie po kilku latach strumienie łódzkie doczekały się ponownej inwentaryzacji ichtiofauny. Zatem celem niniejszej pracy jest przedstawienie aktualnego stanu ichtiofauny łódzkich strumieni, a także określenie ewentualnych zmian w czasie.

2. TEREN BADAŃ

Długość strumieni należących do systemu Wisły na terenie Łodzi wynosi 42,7 km, w tym 14,3 km znajduje się w systemie kanalizacji miejskiej (BIEŻANOWSKI 2003). Większość z nich wpływa do Wisły za pośrednictwem Bzury, jedynie Miazga łączy się z Wisłą kolejno poprzez Wolbórkę i Pilicę.



Ryc. 1. Teren badań. Stanowiska poboru prób ryb zaznaczono kółkami z numerami 1–12

Fig. 1. Study area. Location of fish sampling sites is marked with circles and numbers 1–12

W 2010 r. na terenie miasta Łodzi przeprowadzono elektropułowy ryb na 12 stanowiskach rozmieszczonych na 4 strumieniach w systemie Wisły: Miazdze (dopływ Wolbórki, 1 st.), Bzurze (dopływ Wisły, 4 st.) i jej dopływach – Sokołowce (6 st.) i Łagiewniczance (1 st.) (ryc. 1). Ichtyofauna ostatnich 3 cieków była wcześniej badana – odpowiednio w latach 1999–2007, 2002 i 2003 (KRUK *et al.* 2005; ZIĘBA *et al.* 2007).



Fot. 1. Miazga – stanowisko 1 (M. Tszedel)

Photo 1. Miazga – site 1 (by M. Tszedel)

Miazga jest lewobrzeżnym dopływem Wolbórki, która z kolei jest lewobrzeżnym dopływem środkowej Pilicy. Obecnie Miazga ma długość 25,9 km (CZARNECKA 2005), a za jej początek przyjmuje się przepust pod ul. Wiączyńską, gdzie koryto jest dobrze wykształcone, jednak bez stałego przepływu. W granicach miasta koryto strumienia (około 5,3 km) znajduje się na wschodnim skraju dzielnicy Widzew, w tym długość odcinka nieuregulowanego wynosi ok. 3,4 km (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Źródła Miazgi znajdowały się kiedyś w rejonie Nowosolnej, na północ od ulicy Brzezińskiej. Do tej pory

zachowały się tam tylko niektóre odcinki dawnego koryta, odprowadzające doraźnie nadmiar wód opadowych z rejonów przyległych do ulic Grabińskiej i Wiączyńskiej. Pozostałe odcinki koryta zanikły lub zostały ujęte w kryty kanał rurowy (BIEŻANOWSKI 2003). Ciągłość przepływu pojawia się dopiero na terenie wsi Wiączyń Nowy, gdyż ciek zasilany jest wysiękami gruntowymi (BIEŻANOWSKI 2003). Tam też, w pobliżu skrzyżowania ulicy Malowniczej i drogi prowadzącej do Wiączyń Nowego, zlokalizowano st. 1 (ryc. 1, fot. 1). Miazga była na tym odcinku ciekim uregulowanym z dnem mulistopiaszczystym, porośniętym miejscami roślinnością zanurzoną (tab. 1). Kryjówki dla ryb stanowiły ponadto nawisy roślin zielnych. Ogólnie przepływy w strumieniu były minimalne, zanikające. Na granicy województwa łódzkiego ich średnia wartość wynosiła ok. $0,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Woda badana w punkcie pomiarowo-kontrolnym (ppk) Bedoń (WIOŚ 2001) i w ppk Karpin (w środkowym biegu Miazgi, 8,5 km powyżej ujścia) (WIOŚ 2008) była w najgorszej klasie czystości ze względu na przekroczenia wskaźników tlenowych, biogennych i mikrobiologicznych.

Bzura, lewobrzeżny dopływ środkowej Wisły, jest najdłuższą rzeką mającą swoje źródła w Łodzi. Jej długość wynosi 173,5 km (CZARNECKA 2005), z których tylko 6,5 km pozostaje w granicach Łodzi (BONISŁAWSKI 2008). Powierzchnia zlewni Bzury w granicach miasta obejmuje obszar 36 km^2 (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Jej źródła znajdują się na południowym podmokłym krańcu Lasu Łagiewnickiego, na zachód od ul. Strykowskiej, na terenie osiedla Rogi. Bzura wypływa z piasków i żwirów plejstoceniowych na wysokości ok. 230 m n.p.m. (CZARNECKA 2005). Początkowo kieruje się na zachód i na odcinku od ul. Strykowskiej do ul. Wycieczkowej zasila w wodę kolejno 13 małych stawów (BONISŁAWSKI 2008). Dobrze wykształcone koryto występuje od przepustu drogowego pod ul. Strykowską, jednak stały przepływ można zaobserwować dopiero poniżej ul. Boruty (BIEŻANOWSKI 2003). Przepływ średni pozostawał zwykle w granicach $0,047\text{--}0,175 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Koryto Bzury na st. 2 (poniżej ul. Wycieczkowej) było naturalne, lecz wąskie i płytkie (tab. 1). Niewielka prędkość nurtu sprzyjała odkładaniu na piasku depozytów mułowych. W dalszym biegu rzeka tworzy trzy zbiorniki wodne na terenie Arturówka – bazy rekreacyjnej dla łodzian. Pierwszy z nich nie został zagospodarowany, drugi jest wykorzystywany przez kajakarzy, natomiast trzeci jest często odwiedzany kąpieliskiem (OLACZEK 2002; CZARNECKA 2005; BONISŁAWSKI 2008). Teren ten objęty został ochroną poprzez utworzenie w 1996 r. Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich (PKWŁ). Na obszarze PKWŁ na północ od stawów w Arturówku znajduje się rezerwat przyrody „Las Łagiewnicki”, założony w 1996 r. w celu zachowania najcenniejszych fragmentów zbiorowisk leśnych. Na st. 3 przy ul. Łagiewnickiej rzeka płynie (podobnie jak na st. 2) w otoczeniu lasów, w naturalnym pokrytym piaskiem korycie, nieznacznie zwiększając szerokość (tab. 1). Po przepłynięciu

Tabela 1. Morfometria stanowisk na strumieniach w systemie rzeczonym Wisły na terenie Łodzi. Objasnienia: a) m – muł, p – piasek, pl – płyty betonowe lub cegły; b) odsetek pokrycia dna; c) odsetek pokrycia linii brzegowej; d) kryjówki zajmujące > 5% dna lub brzegu; fa – faszyna, g – zatopione gałęzie, gl – glony nitkowate, k – kamienie, nb – nawisający brzeg, ng – nawisające gałęzie, nr – nawisające rośliny zielne, r – zanurzone korzenie, sp – szczeliny między betonowymi płytami, zd – zwalone drzewa; e) indeks dostępności kryjówek (IDK) dla ryb; f) 0 – koryto skanalizowane, 1 – koryto uregulowane, 2 – koryto naturalne, 3 – koryto naturalne meandrujące

Table 1. Morphometry of sites along the streams in the Vistula system in the City of Łódź. Explanations: a) m – mud, p – sand, pl – bricks and/or concrete slabs; b) percentage of bottom cover; c) percentage of bank line cover; d) hiding places covering > 5% of bottom or bank line; fa – fascine, g – immersed branches, gl – filamentous algae, k – pebbles, nb – overhanging bank, ng – overhanging branches, nr – overhanging herbs, r – immersed roots, sp – gaps between concrete slabs/pitches, zd – fallen trees; e) index of the availability of hiding places (AHP) for fish; f) 0 – canalised, 1 – regulated, 2 – natural, 3 – natural meandering stream

Strumień i numer stanowiska	Średnia		Srednia głębokość [m]	Budowa dna ^{a)}	Makrofity		Pozostałe kryjówki dla ryb ^{d)}	IDK ^{e)}	Charakter koryta rzeczynego ^{f)}	Prędkość nurtu [m s ⁻¹]
	szerość [m]	Mean width [m]			Submerged macrophytes ^{b)}	Emergent macrophytes ^{c)}				
Miazga	1,5	0,45		m, p	15		nr	6,5	1	0,32
Bzura	0,7	0,10		m, p		ng, r, zd, k, nb		6,5	3	0,07
Bzura	1,0	0,10		p		r		7,0	3	0,26
Bzura	2,0	0,35		p	3	nr, ng, g, r		9,5	2	0,26
Bzura	1,5	0,40		p, m	10	nr, fa, r		10,0	1	0,56
Sokołówka	0,6	0,05		pl, p		sp		2,5	0	0,27
Sokołówka	1,0	0,15		pl		nr, gl, sp		6,5	0	0,26
Sokołówka	2,2	0,15		p, m, pl	1	nr, g, sp		8,5	0	0,16
Sokołówka	1,1	0,20		pl, m		sp, nr		7,5	0	0,11
Sokołówka	1,0	0,30		p	3	nr		4,5	1	0,28
Sokołówka	1,0	0,40		p	5			4,5	1	0,34
Łagiewniczanka	0,5	0,15		p		r, g, ng, nr		6,5	2	0,10

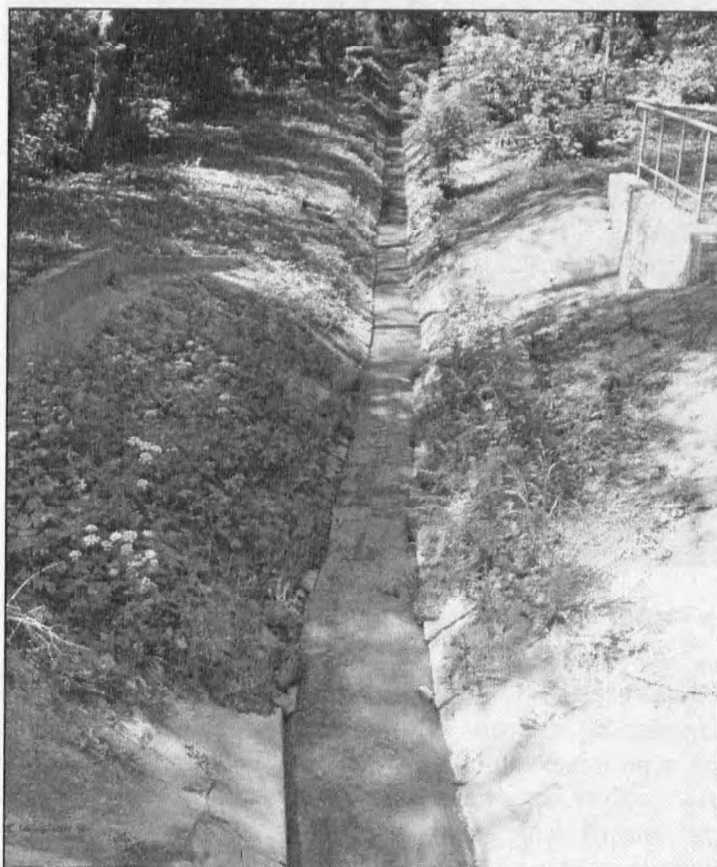


Fot. 2. Bzura – stanowisko 4 (A. Kruk)

Photo 2. Bzura – site 4 (by A. Kruk)

pod ul. Łagiewnicką zmienia kierunek na północny, następnie przekracza ul. Mrówczą, a po minięciu ul. Okólnej, jeszcze w granicach Łodzi, przyjmuje prawobrzeżny dopływ Łagiewniczankę i wpływa na teren Zgierza. St. 4 przy ul. Mrówczej miało również charakter naturalny, ale koryto było dwukrotnie szersze i znacznie głębsze niż na st. 3 (tab. 1, fot. 2). Na st. 5 w pobliżu granicy administracyjnej Łodzi koryto zostało wyprostowane i częściowo umocnione faszyną (tab. 1). Dno miało charakter piaszczysto-mulisty. Kryjówki dla ryb na badanych stanowiskach zwykle występowały obficie i były zróżnicowane (tab. 1). Źródłowy, „łódzki” odcinek Bzury prowadził stosunkowo czystą wodę (wartości konduktywności właściwej mierzone w trakcie elektropólów zawierały się w przedziale $368\text{--}435\ \mu\text{S cm}^{-1}$). Według Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) w Łodzi (WIOŚ 2006) jakość wody poniżej badanych stanowisk w ppk na 160,1 km Bzury (od ujścia) dla większości kontrolowanych parametrów spełniała wymogi I i II klasy czystości. Według ogólnej klasyfikacji rzekę zaliczono do IV klasy czystości, o czym zadecydowały podwyższone wartości barwy, stężenia azotu Kjeldahla, wskaźników biologicznych (fitoplank-

tonu, peryfitonu, makrobezkręgowców bentosowych) oraz sanitarnych (liczba bakterii grupy coli). Ocena i klasyfikacja jakości wód, realizowana według nowych kryteriów w ramach zobowiązań wynikających z przyjęcia Ramowej Dyrektywy Wodnej UE, jest jeszcze gorsza. Stan jednolitej części wód czyli odcinka Bzury od źródeł do Ozorkowa określono jako zły (WIOŚ 2009).



Fot. 3. Sokołówka – stanowisko 6 (A. Kruk)

Photo 3. Sokołówka – site 6 (by A. Kruk)

Sokołówka, lewobrzeżny dopływ Bzury z terenu Łodzi, uchodzi do niej poza granicami miasta poniżej wsi Sokołów, od której pochodzi nazwa strumienia. Ogólna długość Sokołówki wynosi 13,3 km, w tym na obszarze Łodzi 13,0 km, a w kanalizacji miejskiej 4,6 km (BIEŻANOWSKI 2003). Powierzchnia jej dorzecza zajmuje obszar 44,5 km² (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Dawniej Sokołówka miała obszary źródłowe na północny wschód od Łodzi, w rejonie wsi Różki (BONISŁAWSKI 2008). Obecnie bieg strumienia rozpoczyna się od

przepustu pod ul. Strykowską poniżej ul. Ametystowej na osiedlu Marysin-Rogi. Dalej koryto prowadzi w kierunku zachodnim do ul. Centralnej i ma postać suchej, miejscami słabo wykształconej bruzdy. Przepływ jest tam okresowy i uzależniony od opadów. Od ul. Centralnej koryto ciek ujęte jest w kanał kryty o długości ok. 1,3 km. Stały przepływ pojawia się przy wylocie kanału krytego, poniżej ul. Dziewanny, gdzie w wybetonowanym, otwartym korycie strumień prowadzi wodę o kolorze wskazującym na domieszkę ścieków bytowo-gospodarczych. Na tym odcinku do koryta skierowane są wyloty kanałów deszczowych od strony ul. Morelowej oraz kolektor deszczowy doprowadzony z rejonu ul. Inflanckiej. Górna część zlewni Sokołówki, powyżej ul. Łagiewnickiej, pozbawiona jest sieci kanalizacji sanitarnej, czego skutkiem jest nielegalne odprowadzanie ścieków do kanałów deszczowych. Poniżej ul. Folwarcznej, na terenie Parku im. Mickiewicza na Julianowie, zlokalizowano stanowisko poboru prób (st. 6). Woda charakteryzowała się znaczną konduktywnością



Fot. 4. Sokołówka – stanowisko 8 (A. Kruk)

Photo 4. Sokołówka – site 8 (by A. Kruk)

($1090 \mu\text{S cm}^{-1}$), co świadczy o dużym zanieczyszczeniu, przy jednoczesnej dużej ilości rozpuszczonego tlenu ($10,7 \text{ mg dm}^{-3}$). Koryto wyłożone było płytami betonowymi częściowo pokrytymi piaskiem i charakteryzowało się niewielką średnią głębokością oraz brakiem naturalnych kryjówek dla ryb (tab. 1, fot. 3). Sokołówka dzięki spiętrzeniu przy ul. Zgierskiej tworzy dwa stawy (drugi z wyspą) o ciekawym aspekcie widokowym (BIEŻANOWSKI 2003). Poniżej ul. Zgierskiej, w ramach *Programu małej retencji dla miasta Łodzi*, wybudowano dwa z siedmiu zaplanowanych na Sokołowce zbiorników – zbiornik Zgierska (2002–2003 r., o powierzchni $1,4 \text{ ha}$) oraz zbiornik Teresy (2004–2006 r., o powierzchni $0,44 \text{ ha}$). Położone w nieckach dawnych stawów rybnych (odpowiednio Stawu Chachuły i Stawów Kordackiego) spełniają funkcję retencyjno-widokową jako zbiorniki o stałym lustrze wody (ZAJĄC-WAACK 2007). Poniżej stawu Zgierska, gdzie Sokołówka ma charakter wąskiego kanału, zlokalizowano st. 7. Kryjówkami dla ryb były w tym miejscu jedynie nawisy roślinności porastającej brzegi, glony nitkowate i szczeliny między płytami betonowymi (tab. 1) Odnotowano tam wyraźnie zmniejszoną przewodność ($582 \mu\text{S cm}^{-1}$) i dobre natlenienie wody ($8,3 \text{ mg dm}^{-3}$). Dalej Sokołówka płynie dobrze wykształconym, uregulowanym korytem i 80 m powyżej ul. Brukowej przyjmuje prawobrzeżny dopływ – Brzozę, ciek o długości $2,1 \text{ km}$ i pow. zlewni $5,2 \text{ km}^2$ (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). St. 8 przy ul. Brukowej było w dużym stopniu zacienione drzewami, a dno pokrywał piasek, muł i częściowo płyty betonowe (tab. 1, fot. 4). Prawie dwukrotny wzrost przewodności wody (do $1012 \mu\text{S cm}^{-1}$) świadczy o dopływie ścieków komunalnych na krótkim odcinku pomiędzy st. 7 i 8. Po dalszych 560 m biegu Sokołówka przechodzi w niewielki zbiornik zaporowy *Pabianka*, osłonięty z jednej strony lasem (BONISŁAWSKI 2008). Poniżej zbiornika na skanalizowanym odcinku strumienia znajdowało się st. 9, silnie zamulone z kryjówkami dla ryb w postaci szczelin pomiędzy płytami betonowymi pokrywającymi dno i brzeg oraz nawisów roślin zielnych (tab. 1, fot. 5). Kolejne stanowisko (nr 10) zlokalizowano 400 m poniżej ul. Szczecińskiej, na uregulowanym, lecz w sposób samoistny powracającym do naturalności, odcinku Sokołówki z piaszczystym dnem silnie zacienionym przez zwisającą z brzegów roślinność (tab. 1). Powyżej ul. Drozdowej (st. 11) koryto miało zbliżony charakter do poprzedniego stanowiska, z brzegami porośniętymi roślinnością wynurzona (tab. 1). Poniżej ul. Sokołowskiej, na wschód od ul. Zimna Woda, Sokołówka przyjmuje z lewej strony dopływ – Aniołówkę (o długości ok. 3 km i pow. zlewni $15,9 \text{ km}^2$), a kilkaset metrów przed ujściem do Bzury, prawy dopływ – Wrząca we wsi Piaskowice (BIEŻANOWSKI 2003; WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007). Sokołówka uchodzi do Bzury 270 m poza granicą miasta, przy moście na drodze Zgierz–Aleksandrów, stanowiącym granicę między Łodzią i gminą Aleksandrów (BIEŻANOWSKI 2003). Wstępna ocena stanu ekologicznego wód Sokołówki wskazuje

na IV i V klasę czystości, natomiast woda w zbiornikach na Sokolówce zaliczana jest do III i IV klasy, m.in. z powodu silnej eutrofizacji (KRAWĘTEK *et al.* 2008).

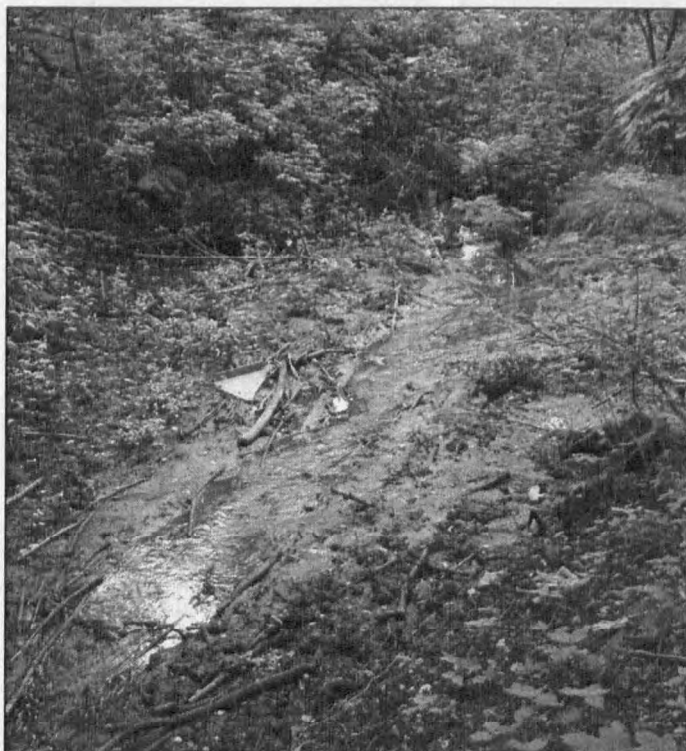


Fot. 5. Sokolówka – stanowisko 9 (A. Kruk)

Photo 5. Sokolówka – site 9 (by A. Kruk)

Łagiewniczanka stanowi prawy dopływ Bzury o długości niespełna 4 km i powierzchni zlewni 11 km², płynący całkowicie w granicach administracyjnych miasta Łodzi (CZARNECKA 2005; BONISŁAWSKI 2008). Strumień rozpoczyna swój bieg na wschodnim skraju Lasu Łagiewnickiego, na południe od skrzyżowania ulic Okólnej z Żółwiową, a kończy swój bieg przy granicy Łodzi i Zgierza zasilając Bzurę. Charakteryzuje się stałym przepływem naturalnym (średnio ok. 0,01 m³ s⁻¹) (WYSMYK-LAMPRECHT *et al.* 2007), dzięki czemu w lesie pomiędzy ulicami Wycieczkową i Łagiewnicką zasila dwa spiętrzone zbiorniki wodne o charakterze parkowo-widokowym (BIEŻANOWSKI 2003). St. 12, ulokowane na naturalnym odcinku cieką poniżej ul. Łagiewnickiej

i jednocześnie stawu, było w całości zacięnione drzewami, z dużą ilością kryjówek dla ryb (tab. 1, fot. 6). Dno było piaszczyste, pozbawione roślinności wodnej. Woda była przezroczysta, a jej jakość – wnioskując po wartości konduktywności ($417 \mu\text{S cm}^{-1}$) – stosunkowo dobra (tab. 1).



Fot. 6. Łagiewniczanka – stanowisko 12 (A. Kruk)

Photo 6. Łagiewniczanka – site 12 (by A. Kruk)

3. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono pomiędzy 2 czerwca i 1 lipca 2010 r. Wyjątkiem było st. 8 zbadane 14 września 2010 r. Próby ryb pobrano z zastosowaniem prądu dwupołkowego o parametrach: 220 V, 3 kW, 50 Hz. Za każdym razem dwuosobowa ekipa łowiła ryby w całym przekroju koryta brodząc pod prąd wody na odcinku 100 m. Złowione osobniki oznaczano do gatunku, zliczano, po czym uwalniano.

Ponadto wykonano opis morfometryczny każdego stanowiska (tab. 1). Uwzględniono w nim przekształcenia koryta oraz rodzaje kryjówek dla ryb,

w tym: zanurzone kłody, gałęzie i korzenie drzew, nawisające gałęzie drzew oraz rośliny zielne, zanurzone i wynurzone makrofity, glony nitkowate, nawisające brzeg, faszynę, śmieci, kamienie, szczeliny między płytami betonowymi, którymi wyłożono brzegi lub dno. Do wyrażenia ilości dostępnych kryjówek dla ryb dla każdego stanowiska obliczono wartość indeksu dostępności kryjówek dla ryb IDK (KRUK, PRZYBYLSKI 2005; KRUK 2007b). Indeks ten stanowi sumę punktów przyznawanych za każdy rodzaj kryjówek dla ryb obecnych na stanowisku elektropołówów: 1,5 punktu za rodzaj kryjówek występujących obficie (> 20% powierzchni dna albo linii brzegowej), 1 punkt za każdy rodzaj pozostałych kryjówek obecnych na stanowisku. Wartości indeksu są wysokie w strumieniach o zróżnicowanej strukturze koryt.

Przeprowadzono również pomiary podstawowych parametrów fizyko-chemicznych wody, tj. stężenia tlenu rozpuszczonego i konduktywności wody przy użyciu miernika wieloparametrowego MultiLine F (WTW, Niemcy). Pomiarów prędkości nurtu wody dokonano za pomocą miernika elektromagnetycznego 801 (Valeport, Wielka Brytania).

Stanowiska badań podzielono na dwie grupy: 1) stanowiska bezrybne i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną, tj. z liczebnością całkowitą ryb nie przekraczającą 20 osobników na 100 m strumienia, 2) pozostałe stanowiska badań, tj. z liczebnością całkowitą ryb przekraczającą 20 osobników na 100 m strumienia. Pomiedzy tymi dwiema grupami stanowisk porównano indeks IDK, stężenie tlenu rozpuszczonego, konduktywność oraz prędkość nurtu wody. Istotność różnic oceniono za pomocą testu *U* Manna-Whitneya (ZAR 1984).

4. WYNIKI

Podczas badań inwentaryzacyjnych prowadzonych w strumieniach Łodzi należących do systemu Wisły łącznie odłowiono 855 osobników, reprezentujących 8 gatunków ryb (tab. 2). Najwyższą liczebność ogólną (> 50 osobników) stwierdzono kolejno dla: płoci *Rutilus rutilus*, ciernika *Gasterosteus aculeatus*, okonia *Perca fluviatilis*, jazia *Leuciscus idus*, kielbka *Gobio gobio* i słonecznicy *Leucaspis delineatus* (tab. 2). Liczebności karasia srebrzystego *Carassius gibelio* i czebaczka amurskiego *Pseudorasbora parva* były wielokrotnie niższe. Spośród wymienionych gatunków tylko dwa były reofilne (prądolubne, tj. typowe dla rzek) – jaź i kielb, aż trzy stagnofilne (preferujące wody stojące) – karaś srebrzysty, słonecznica i ciernik, a pozostałe to gatunki eurytopowe (o braku wyraźnych preferencji).

W Miazdze stwierdzono zaledwie 12 osobników należących do 4 gatunków: płoci, okonia, karasia srebrzystego i słonecznicy (tab. 2). Spośród nich najliczniej reprezentowana była słonecznica.

Tabela 2. Liczba gatunków, liczebność całkowita i liczebność gatunków ryb w 2010 r. w Miazdze, Bzurze, Sokółówce (patrz tab. 4) oraz Łagiewniczance. Objasnienia: ◻ 1–5, ▪ 6–20, ○ 21–50, ● 51–100, □ 101–500 osobników ryb na odcinku 100 m, podkreślenie wskazuje dominanta (współdominanty)

Table 2. Number of fish species, total fish abundance and abundance of fish species in 2010 in the Miazga, Bzura, Sokółówka (see Table 4) and Łagiewniczanka Streams. Explanations: ◻ 1–5, ▪ 6–20, ○ 21–50, ● 51–100, □ 101–500 fish specimens per 100 m of stream course, (co)dominant species are underlined

	Miazga	Bzura	Bzura	Bzura	Bzura	Sokołówka	Łagiewniczanka	Łącznie / Total
	1	2	3	4	5	6–11	12	Σ
Numer stanowiska / Site number	1	2	3	4	5	6–11	12	Σ
Liczebność całkowita / Total fish abundance	12	1	13	85	367	326	51	855
Liczba gatunków / Number of species	4	1	4	3	4	7	5	
Jaź <i>Leuciscus idus</i>					○	○		81
Płoc <i>Rutilus rutilus</i>	◻			●	□	○		375
Okoń <i>Perca fluviatilis</i>	◻			◻	○	○	◻	82
Karaś srebrzysty <i>Carassius gibelio</i>	◻		◻			◻	◻	10
Kiełb <i>Gobio gobio</i>			◻	▪	◻	○	○	76
Słonecznica <i>Leucaspius delineatus</i>	◻	◻	▪			▪	○	53
Czebaczek amurski <i>Pseudorasbora parva</i>							◻	4
Ciernik <i>Gasterosteus aculeatus</i>			◻			□		174

W 2010 r. w Bzurze na 4 badanych stanowiskach (nr 2–5) stwierdzono 7 gatunków ryb reprezentowanych przez 466 osobników. Najliczniej reprezentowana była płoc, a następnie jaź i okoń. W stosunku do wyników badań prowadzonych w latach 1999–2007 na jednym stanowisku (obecne st. 5), w 2010 r. nie stwierdzono 4 gatunków ryb (szczupaka *Esox lucius*, karasia pospolitego *Carassius carassius*, piskorza *Misgurnus fossilis* i cierniczka *Pungitius pungitius*), natomiast nowym gatunkiem był pochodzący z zarybień jaź (K. Tłoczek, Okręg PZW Łódź, informacja ustna) (tab. 2 i 3). Porównując obecne wyniki odłowów w 2010 r. z najbliższym terminem badań, tj. 2007 r., na st. 5 stwierdzono w obu tych terminach obecność 4 gatunków ryb, ale wspólnym gatunkiem była tylko płoc. Ponadto liczebność ogólna była w 2010 r. znacznie wyższa (367 osobników w jednym elektropołowie) niż w 2007 r. (65 osobników łącznie w trzech elektropołowach) (tab. 2 i 3).

Tabela 3. Liczba gatunków, liczebność całkowita i liczebność gatunków ryb w Bzurze na st. 5 w latach 1999–2007 (ZIEBA *et al.* 2007).
Objaśnienia jak w tab. 2

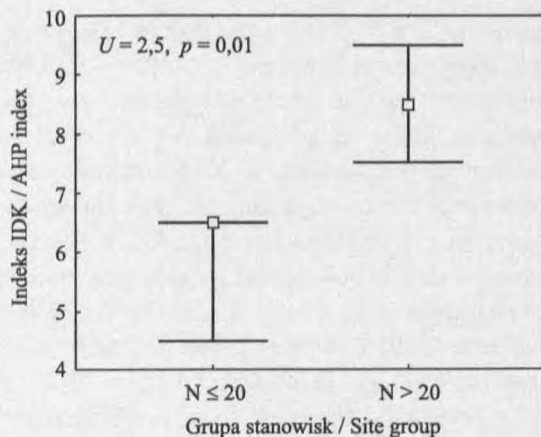
Table 3. Number of fish species, total fish abundance and abundance of fish species in the Bzura Stream at site 5 in 1999–2007 (ZIEBA *et al.* 2007).
Explanations as in Table 2

	Termin badań (rok i miesiąc) / Sampling term (year and month)											
	1999 07	2001 11	2002 03	2002 04	2002 05	2002 08	2002 11	2003 01	2003 04	2003 08	2007 07	2007 10
Liczebność całkowita Total fish abundance	86	252	27	10	8	60	128	1	40	22	37	6
Liczba gatunków / Number of species	5	4	6	7	4	3	3	1	2	3	2	1
Płoc <i>Rutilus rutilus</i>	▪									◻		
Okoń <i>Perca fluviatilis</i>				◻								
Szczupak <i>Esox lucius</i>				◻			◻					
Karaś pospolity <i>Carassius carassius</i>				◻								
Karaś srebrzysty <i>Carassius gibelio</i>				◻								
Piskorz <i>Misgurnus fossilis</i>				◻								
Kielb <i>Gobio gobio</i>	●	◻	◻									
Stonecznica <i>Leucaspis deloneatus</i>	◻	●	◻	◻						▪		
Ciemnik <i>Gasterosteus aculeatus</i>	▪	◻				◻			◻	◻	◻	▪
Ciemniczek <i>Pungitius pungitius</i>	▪	◻	◻	◻	◻	◻	◻		◻	▪	◻	◻

Tabela 4. Liczba gatunków, liczebność całkowita i liczebność gatunków ryb w Sokolówce w latach 2002 (Kruk *et al.* 2005) i 2010. Objasnienia jak w tab. 2

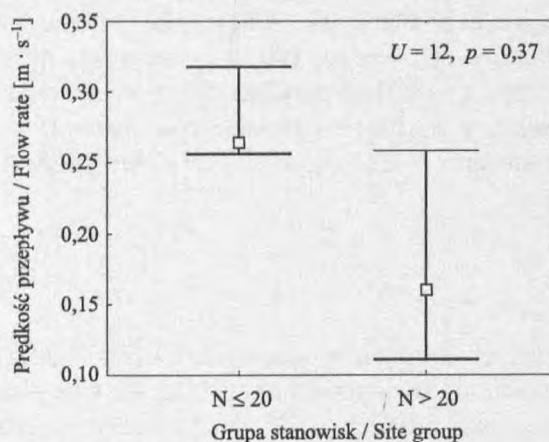
Table 4. Number of fish species, total fish abundance and abundance of fish species in the Sokółówka Stream in 2002 (Kruk *et al.* 2005) and 2010. Explanations as in Table 2

Numer stanowiska /Site number	2 0 0 2											Σ	
	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10		11
Liczebność całkowita / Total fish abundance	0	11	68	470	98	98	0	13	86	225	2	0	326
Liczba gatunków / Number of species	0	2	3	5	5	6	0	2	3	7	2	0	
Jaź <i>Leuciscus idus</i>										○			33
Płoc <i>Rutilus rutilus</i>				▪	○	○				○			24
Okoń <i>Perca fluviatilis</i>					□	□		▪	▪	▪	□		32
Karaś pospolity <i>Carassius carassius</i>			□										4
Karaś srebrzysty <i>Carassius gibelio</i>		□		▪	□	□				□			
Kiełb <i>Gobio gobio</i>				○	▪	○				○			41
Slonecznica <i>Leucaspis delinca</i>				▪	□	□		□		▪			20
Ciernik <i>Gasterosteus aculeatus</i>			○	□	○	●		●	●	●			172



Ryc. 2. Indeks dostępności kryjówek (IDK) dla ryb na stanowiskach bezrybnych i z liczebnością całkowitą ryb nie przekraczającą 20 osobników ($N \leq 20$) oraz na stanowiskach z liczebnością całkowitą ryb przekraczającą 20 osobników ($N > 20$) na 100 m strumienia. Liczby stanowisk w grupach wynoszą odpowiednio 7 i 5. Objaśnienia: U – statystyka testu Manna-Whitneya, punkt – mediana, wąsy – rozstęp kwartylowy

Fig. 2. The index of availability of hiding places (AHP) for fish at sites with the total fish abundance 0–20 specimens ($N \leq 20$) and at sites with the total fish abundance over 20 specimens ($N > 20$) along a 100 m long stream stretch. The numbers of sites in the groups are 7 and 5, respectively. Explanations: U – statistics of the Mann-Whitney test, point – median, whiskers – interquartile range



Ryc. 3. Prędkość przepływu na stanowiskach bezrybnych i z liczebnością całkowitą ryb nie przekraczającą 20 osobników ($N \leq 20$) oraz na stanowiskach z liczebnością całkowitą ryb przekraczającą 20 osobników ($N > 20$) na 100 m strumienia. Liczby stanowisk w grupach wynoszą odpowiednio 7 i 5. Objaśnienia jak na ryc. 2

Fig. 3. Flow rate at sites with the total fish abundance 0–20 specimens ($N \leq 20$) and at sites with the total fish abundance over 20 specimens ($N > 20$) along a 100 m long stream stretch. The numbers of sites in the groups are 7 and 5, respectively. Explanations as in Fig. 2

W 2010 r. dwa stanowiska na Sokołówce (górne i dolne) były bezrybne. Na pozostałych czterech stwierdzono łącznie 7 gatunków ryb (tab. 4). Gatunkiem dominującym był ciernik. Licznie reprezentowane były również kiełb, jaź i okoń. W porównaniu z 2002 r. skład gatunkowy nie uległ zmianie z jednym wyjątkiem – zamiast karasia pospolitego, w 2010 r. odnotowano obecność jazia. Ponadto, odnotowano spadek o co najmniej połowę stałości występowania dla płoci, karasia srebrzystego, słonecznicy i ciernika, a 4-krotny wzrost – dla okonia. Liczba odłowionych ryb była ponad dwukrotnie mniejsza niż w 2002 r. Poza tym wówczas tylko jedno stanowisko okazało się bezrybne (tab. 4).

W Łagiewniczance w 2010 r. występowało 5 gatunków ryb, w tym inwazyjny czebaczek amurski (tab. 2). Dominantami były kiełb i słonecznica. Dla porównania, w 2003 r. wykazano obecność jedynie słonecznicy i płoci (obecnie nie odnotowanej) w łącznej liczebności 100 osobników.

Grupa stanowisk bezrybnych i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną charakteryzowała się istotnie ($p = 0,01$) niższymi wartościami indeksu dostępności kryjówek (IDK) w porównaniu z grupą stanowisk, na których w elektropołowie stwierdzono więcej niż 20 osobników ryb (ryc. 2). W przypadku prędkości nurtu dla pierwszej grupy stanowisk ($N \leq 20$ osobn.) stwierdzono nieistotnie wyższe wartości (ryc. 3). Pozostałe czynniki nie różniły się między analizowanymi grupami stanowisk, w tym rozstępy kwartyłowe konduktywności dla obydwu grup stanowisk niemal zupełnie się pokrywały.

Należy pokreślić wyraźny rozdźwięk w ogólnej liczebności ryb we wspomnianych dwóch grupach stanowisk. Choć jako rozgraniczającą przyjęto liczebność 20 osobników ryb wzdłuż 100 m odcinka strumienia, to w grupie stanowisk bezrybnych i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną całkowita liczebność ryb w elektropołowach wynosiła 0–13 osobników, natomiast na pozostałych stanowiskach obserwowano 51–367 osobników w elektropołowie (tab. 2 i 3).

5. DYSKUSJA

Ichtiofaunę badanych strumieni można ogólnie określić jako skrajnie ubogą. Na dwóch stanowiskach nie stwierdzono obecności ryb, a na pięciu obserwowano bardzo niskie bogactwo gatunkowe – liczba gatunków wahała się od 1 do 3. Łącznie w omawianych ciekach odłowiono 8 gatunków, ale struktura zespołów ryb bardzo odbiegała od stanu w mniej przekształconych strumieniach o podobnej wielkości (PENCZAK *et al.* 2007). Gatunkiem dominującym była płoć, a subdominantami: ciernik, okoń, kiełb oraz jaź. Wysoka łączna dominacja wymienionych gatunków jest charakterystyczna dla cieków znacznie zmodyfikowanych przez człowieka. W małych uregulowanych ciekach bardzo często obserwuje się wysoką dominację kielbia lub ciernika (WITKOWSKI *et al.* 1992;

KRUK *et al.* 2003b, 2009). Płoc i okoń z kolei utrzymują lub zwiększają swoją liczebność w średnich i dużych nizinnych rzekach w miarę wzrostu zanieczyszczenia i stopnia uregulowania koryta (WOLTER, VILCINSKAS 1997; PENCZAK *et al.* 1999; KRUK 2006, 2007b). Podobne doniesienia istnieją na temat jazia (KRUK 2006; KRUK *et al.* 2006). Wymienione gatunki są w stanie utrzymać się w środowisku o niskiej jakości i dlatego często zasiedlają zdegradowane odcinki rzek. Do czynników umożliwiających tym gatunkom bytowanie w siedliskach suboptymalnych należą plastyczność fenotypowa (SCHIEMER, WIESER 1992) oraz osłabiona konkurencja międzygatunkowa, w szczególności ze strony przetrzebionych reofili, wyspecjalizowanych w eksploatowaniu zasobów środowiska wód płynących (PENCZAK, KOSZALIŃSKA 1993; KRUK 2006). Zastanawia brak w elektropołowach – zarówno w 2010 r., jak i w latach poprzednich – śliza, który zwykle współwystępuje, a często nawet współdominuje z kielbami lub ciernikiem w niedużych zdegradowanych ciekach (WITKOWSKI *et al.* 1992; KRUK *et al.* 2003b; KRUK 2007a). Warto również zauważyć, że gatunki obce – czebaczek amurski i karaś srebrzysty – w badanych strumieniach miały znaczenie marginalne wynikające ze znikomego udziału w liczebności całkowitej (< 2%) (tab. 2).

Ichtiofauna Miazgi na badanym odcinku była wyjątkowo uboga. Dotychczas na Miazdze na terenie miasta Łodzi, na st. 1 (oddalonym 19 km od ujścia) nie prowadzono badań. Wcześniejsze dane pochodzą ze stanowiska Bedoń (16,2 km od ujścia), gdzie w 2006 r. odłowiono zaledwie 1 osobnika szczupaka (PENCZAK *et al.* 2007), ale w 2007 r. już 5 gatunków (karaś srebrzysty, kielb, lin, okoń, słonecznica) o ogólnej liczebności 40 osobników (DĄBROWSKI 2008). Ichtiofauna Miazgi na stanowisku Bedoń była labilna, wykazując zarówno zmienność w liczbie gatunków, jak i ich liczebności. Przyczyną jest mały przepływ wody, uzależniony w znacznym stopniu od opadów. Struktura fauny ryb zależy od napływu kolonizatorów z dolnego odcinka strumienia, jednak obecność tamy zbiornika Kotliny powoduje, że zespoły ryb w Miazdze powyżej cofki są bardzo ubogie (PENCZAK *et al.* 2007).

W faunie ryb Bzury na terenie Łodzi nastąpiły niewielkie zmiany w składzie gatunkowym, jednak nie można pominąć zaniku cierniczka, notowanego licznie i regularnie w latach 1999–2007, oraz karasia pospolitego i szczupaka, które obserwowano tylko w 2002 r. (ZIĘBA 2006). Jako gatunek cenny dla wędkarzy wprowadzono jazia (K. Tłoczek, Okręg PZW Łódź, informacja ustna), a najprawdopodobniej przy okazji zarybień – również czebaczka amurskiego (gatunek pochodzenia azjatyckiego).

W Sokołówce występują stosunkowo stabilne zespoły ryb, gdyż ich struktura zasadniczo nie zmieniła się. Niepokojące wydaje się natomiast dwukrotne zmniejszenie ogólnej liczebności ryb. Fauna ryb w małych ciekach jest w dużym stopniu pochodną bogactwa gatunkowego rzeki głównej (KOSTRZEWA 2000). Mechanizm rekolonizacji w systemie górnej Bzury, w tym w Sokołówce był

przez wiele lat zaburzony z powodu niezwykle silnego zanieczyszczenia Bzury na odcinku poniżej Zgierza. Obecnie sytuacja pod względem ichtiofaunistycznym w górnej Bzurze ulega systematycznej poprawie (PENCZAK *et al.* 2000; PENCZAK *et al.* – dane niepublikowane). Nie wiadomo jednak, czy przełoży się to na poprawę fauny ryb badanych strumieni. Niewątpliwie pozytywnym zjawiskiem jest obecność poniżej Zbiornika Pabianka narybku jazia o średniej masie 0,5 g, co świadczy o naturalnie odbytym tarle tego gatunku.

Charakter Sokołówki i jej zlewni, tj. niewielka długość koryta, nieduże przepływy naturalne, nierównomierność przepływu oraz mała pojemność retencyjna powodują problemy z utrzymaniem odpowiedniej czystości wody w okresach niżówkowych. W celu poprawy jakości łódzkich strumieni przyjęto projekt ich rewitalizacji, a jego realizację rozpoczęto od Sokołówki. Do 2009 r. utworzono wiele stawów oraz zagospodarowano przylegające do strumienia tereny (ZALEWSKI, WAGNER 2004; WAGNER, ZALEWSKI 2009). Działanie to miało zwiększyć retencję wody oraz poprawić samooczyszczanie. Niestety, pomimo wdrażanych rozwiązań, jakość wód w zbiornikach i strumieniu, a w konsekwencji jakość fauny ryb odbiega od oczekiwanego stanu. Najbardziej prawdopodobną przyczyną są spływy powierzchniowe oraz nielegalnie odprowadzane ścieki z gospodarstw domowych (WIOŚ 2009). Być może zakończenie działań rewitalizacyjnych, a konkretnie przywrócenie meandrującego przebiegu koryta, spowoduje oczekiwaną poprawę jakości fauny ryb, gdyż budowa zbiorników retencyjnych nie dała zamierzonego rezultatu.

W Łagiewniczance w porównaniu z poprzednim terminem badań z 2 do 5 zwiększyła się liczba odłowionych gatunków, jednak ogólna liczebność ryb była dwukrotnie niższa. Jednym z nowych gatunków był czebaczek amurski, który prawdopodobnie został zawleczony z materiałem zarybieniowym wsiedlonym do prywatnego stawu zlokalizowanego powyżej stanowiska (K. Tłoczek, Okręg PZW Łódź, informacja ustna).

Strumienie łódzkie są przykładem cieków o silnie zmodyfikowanej strukturze koryta, z tym że o zróżnicowanej prędkości nurtu wody (tab. 1). Znaczne odcinki cieków wybetonowano lub uregulowano. Tym samym struktura ich koryt, w tym ilość i rodzaj dostępnych kryjówek zostały drastycznie zubożone. Dla ryb w łódzkich strumieniach z systemu Wisły to właśnie dostępność kryjówek okazała się czynnikiem istotnie ($p = 0,01$) determinującym liczebność na badanych stanowiskach (ryc. 2). Na stanowiskach bezrybnych i ze skrajnie ubogą ichtiofauną stwierdzono najmniej dostępnych kryjówek dla ryb – często były one ograniczone do szczelin pomiędzy płytami betonowymi i nawisów roślinności nadbrzeżnej. Takie strukturalne zubożenie koryta skutkuje nie tylko problemami w postaci nasilonej presji drapieżniczej. Wobec niedoboru kryjówek, przy jednoczesnym braku naturalnych rozszerzeń koryta i zatok, gdzie nurt wody jest słabszy, ryby tracą energię na pokonanie szybkiego nurtu (FACEY, GROSSMAN 1990; PLAUT 2001; KRUK 2007a). Na stanowiskach z szybkim

nurtem stwierdzono znacznie mniej ryb niż na stanowiskach z nurtem powolniejszym (ryc. 3). Z uwagi na małe, przynajmniej okresowo, przepływy wody oraz degradację strumieni pod względem struktury siedlisk i jakości wody stwierdzono niewiele gatunków reofilnych wyspecjalizowanych do skutecznego i wytrwałego pokonywania nurtu. Dla dominujących w badanych strumieniach gatunków eurytopowych i stagnofilnych, charakteryzujących się znacznie większą odpornością na niedobory tlenu w wodzie kosztem wydolności fizycznej, duże nakłady energii na metabolizm aktywny (związany z poruszaniem się) mogą znacznie ograniczać wzrost i rozmnażanie.

Co ważne, rozstępy kwartylowe konduktywności, były zbliżone dla grupy stanowisk bezrybnych i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną oraz dla grupy stanowisk z co najmniej kilkudziesięcioma osobnikami w elektropołowie. Podwyższona konduktywność wody zwykle świadczy o pogorszeniu jakości wody. Stwierdzony w systemie Bzury brak wyraźnej różnicy w konduktywności wody jest zupełnie innym wynikiem niż w łódzkich dopływach Neru, gdzie najważniejszym czynnikiem decydującym o rozmieszczeniu i liczebności ryb jest jakość wody pozostająca w ścisłym związku z włączeniem części strumieni do systemu kanalizacji ogólnospławnej (KRUK *et al.* 2003a).

6. PIŚMIENNICTWO

- BACKIEL, T. 1993. Ichtiofauna dużych rzek – trendy i możliwości ochrony. [W:] Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, ss. 39–48.
- BIEŻANOWSKI, W. 2003. Łódka i inne rzeki łódzkie. Wydawnictwo Towarzystwa Opieki nad Zabytkami w Łodzi, wyd. II. Zora, Łódź.
- BOCIAN, J., BIS, B., ZALEWSKI, M. 1998. Zintegrowana koncepcja renaturyzacji na przykładzie rzeki Sokołówki w Łodzi. [W:] Bliskie Naturze Kształtowanie Rzek i Potoków, Konferencja Naukowo-Techniczna, Zakopane, 5–7 października 1998. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej i Politechnika Krakowska, ss. 169–178.
- BONISLAWSKI, R. 2008. Z biegiem łódzkich rzek. Urząd Miasta Łodzi, Łódź.
- CZARNECKA, H. (red.) 2005. Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- DĄBROWSKI, J. 2008. Wpływ zbornika „Kotliny” na ichtiofaunę rzeki Miazgi. Praca magisterska, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- FACEY, D. E., GROSSMAN, G. D. 1990. The metabolic cost of maintaining position for four North American stream fishes: effects of season and velocity. *Physiol. Zool.* 63, 4: 757–776.
- KOSTRZEWA, J. 2000. Wpływ degradacji rzeki na ichtiofaunę w jej dopływach. Praca doktorska, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- KRAWĘTEK, K., NOWICKA, P., ŻELAZNA-WIECZOREK, J. 2008. Ecological status assessment of the Sokołówka River, based on benthic diatoms. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- KRUK, A. 2006. Self-organizing maps in revealing variation in non-obligatory riverine fish in long-term data. *Hydrobiologia* 553: 43–57.

- KRUK, A. 2007a.** Long-term changes in fish assemblages of the Widawka and Grabia Rivers (Poland): pattern recognition with a Kohonen artificial neural network. *Ann. Limnol. – Int. J. Lim.* 43: 253–269.
- KRUK, A. 2007b.** Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 9–18.
- KRUK, A., PRZYBYLSKI, M. 2005.** Występowanie ryb w odcinkach Warty o różnym stopniu degradacji. *Rocz. Nauk. PZW* 18: 47–57.
- KRUK, A., GALICKA, W., SPYCHALSKI, P. 2003a.** Wpływ kanalizacji miejskiej na ichtiofaunę strumieni miasta Łodzi. [W:] K. Gwoździński (red.), *Bory Tucholskie II. Zasoby i ich ochrona*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, ss. 185–192.
- KRUK, A., SZYMCZAK, M., SPYCHALSKI, P. 2003b.** Ichtyofauna miasta Łodzi. Część I. Dorzecza Jasienia i Łódki. *Rocz. Nauk. PZW* 16: 79–96.
- KRUK, A., SPYCHALSKI, P., GALICKA, W. 2005.** Ichtyofauna miasta Łodzi. Część II. System Sokołowski. *Rocz. Nauk. PZW* 18: 29–43.
- KRUK, A., PENCZAK, T., ZIĘBA, G., KOSZALIŃSKI, H., MARSZAŁ, L., TYBULCZUK, S., GALICKA, W. 2006.** Ichtyofauna systemu Widawki. Część I. Widawka. *Rocz. Nauk. PZW* 19: 85–101.
- KRUK, A., PENCZAK, T., ZIĘBA, G., MARSZAŁ, L., KOSZALIŃSKI, H., TYBULCZUK, S., GRABOWSKA, J., CIEPLUCHA, M., GALICKA, W. 2009.** Ichtyofauna systemu Widawki. Część II. Dopływy. *Rocz. Nauk. PZW* 22: 59–86.
- KUJAWA, I., ZAWILSKI, M. 1998.** Hydrotechniczne problemy renaturyzacji małych rzek i potoków na przykładzie rz. Sokołowski w Łodzi. [W:] *Bliskie Naturze Kształowanie Rzek i Potoków*, Konferencja Naukowo-Techniczna, Zakopane, 5–7 października 1998. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej i Politechnika Krakowska, ss. 63–72.
- OLACZEK, R. 2002.** Rzeka w życiu lokalnej społeczności (opowieść o Bzurze). [W:] J. KOŁTUNIAK (red.), *Rzeki kultura – cywilizacja – historia* 11: 183–214.
- PENCZAK, T., KOSZALIŃSKA, M. 1993.** Populations of dominant fish species in the Narew River under human impacts. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 40: 59–75.
- PENCZAK, T., KOSTRZEWA, J., MARSZAŁ, L., KOSZALIŃSKI, H., KRUK, A. 1999.** Ichtyofauna rzeki Noteć. *Rocz. Nauk. PZW* 12: 81–94.
- PENCZAK, T., KRUK, A., KOSZALIŃSKI, H., ZIĘBA, G. 2000.** Ichtyofauna rzeki Bzury. *Rocz. Nauk. PZW* 13: 23–33.
- PENCZAK, T., GALICKA, W., KRUK, A., ZIĘBA, G., MARSZAŁ, L., KOSZALIŃSKI, H., TYBULCZUK, S. 2007.** Ichtyofauna dorzecza Pilicy w piątej dekadzie badań. Część II. Dopływy. *Rocz. Nauk. PZW* 20: 35–81.
- PLAUT, I. 2001.** Critical swimming speed: its ecological relevance. *Comp. Biochem. Physiol. A* 131: 41–50.
- WIOŚ. 2001.** Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2000 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- WIOŚ. 2006.** Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2005 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- WIOŚ. 2008.** Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2007 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- WIOŚ. 2009.** Stan środowiska w województwie łódzkim w 2008 r. Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- SCHIEMER, F., WIESER, W. 1992.** Epilogue: food and feeding ecomorphology, energy assimilation and conversion in cyprinids. *Env. Biol. Fish.* 33: 223–227.
- WAGNER, I., ZALEWSKI, M. 2009.** Ecohydrology as a basis for the sustainable city strategic planning: focus on Lodz, Poland. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 8: 209–217.

- WITKOWSKI, A., BLACHUTA, J., KUSZNIERZ, J., KOŁACZ, M. 1992. Ichtiofauna Ślęzy i Oławy oraz ich dopływów. *Rocz. Nauk. PZW* 5: 137–154.
- WOLTER, C., VILCINSKAS, A. 1997. Perch (*Perca fluviatilis*) as an indicator species for structural degradation in regulated rivers and canals in the lowlands of Germany. *Ecol. Freshw. Fish* 6: 174–181.
- WYSMYK-LAMPRECHT, B., STOBIŃSKA, A., JACH, K., MIŁOSZ, M. 2007. Opracowanie ekofizjograficzne sporządzone na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Łodzi. http://www.mpu.lodz.pl/data/other/ekofizjografia_tekst.pdf
- ZAJĄC-WAACK, A. 2007. Łódzkie rzeki i ich renaturyzacja. <http://forum.komunalny.pl/>
- ZALEWSKI, M., WAGNER, I. (red.) 2004. Integrated Watershed Management – Ecohydrology & Phytotechnology – Manual. UNESCO.
- ZAR, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- ZAWILSKI, M., KUJAWA, I., BIS, B., ZALEWSKI, M. 1998. Stormwater management and rehabilitation of channelized river in Lodz. In: Innovative technologies in urban storm drainage. Novatech conference, Lyon, France, ss. 241–247.
- ZIĘBA, G. 2006. Struktura zespołów ryb systemu rzeki Bzury na tle czynników środowiskowych. Praca doktorska, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- ZIĘBA, G., MARSZAŁ, L., STOPCZYŃSKI, M. 2007. Ichtiofauna Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich. [W:] Bory Tucholskie i inne obszary leśne. Ochrona, monitoring, edukacja. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, ss. 157–169.