

ANDRZEJ KRUK*, TADEUSZ PENCZAK, GRZEGORZ ZIĘBA,
LIDIA MARSZAŁ, HENRYK KOSZALIŃSKI, SZYMON TYBULCZUK,
JOANNA GRABOWSKA, MICHAŁ CIEPŁUCHA, WANDA GALICKA

ICHTIOFAUNA SYSTEMU WIDAWKI. CZĘŚĆ II. DOPŁYWY

FISH FAUNA OF THE WIDAWKA RIVER SYSTEM. PART II. TRIBUTARIES

Katedra Ekologii i Zoologii Kregowców
Uniwersytet Łódzki
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

ABSTRACT

Nine streams in the Widawka (Warta) River system, including the Krasówka, Rakówka, Pilsia, Chrzastawka and Grabia Rivers, were electrofished at 36 sites in summer 2003. Altogether 5003 individuals representing 26 fish and lamprey species were caught. Roach was the numeric dominant (39%), while gudgeon, stone loach and perch (each 11–15%) were subdominants. The ichthyofauna in the studied rivers was very different. Rich fish assemblages with 23 species, including 8 rheophilic ones, were recorded in the Grabia. In the polluted Rakówka, only one individual of one species, mud loach, was caught, while in the Krasówka (mostly turned into concrete canal) the number of fish was very low as compared to its size. In comparison with earlier studies, in 2003 certain rheophilic and/or migratory species: eel, asp, nase, barbel and vimba were not recorded, and the distribution area of chub became limited. The main reasons are channelization, modifications of hydrological regime by a strip mine, increasing water pollution and construction of the Jeziorsko dam reservoir on the Warta River and smaller impoundments in the Widawka system, all of which are without fish passes.

Key words: lowland rivers, brown coal mine, canalization, hydrological regime, water pollution, impoundment, declines in rheophils.

* Autor do korespondencji (e-mail: krunio@biol.uni.lodz.pl)

1. WSTĘP

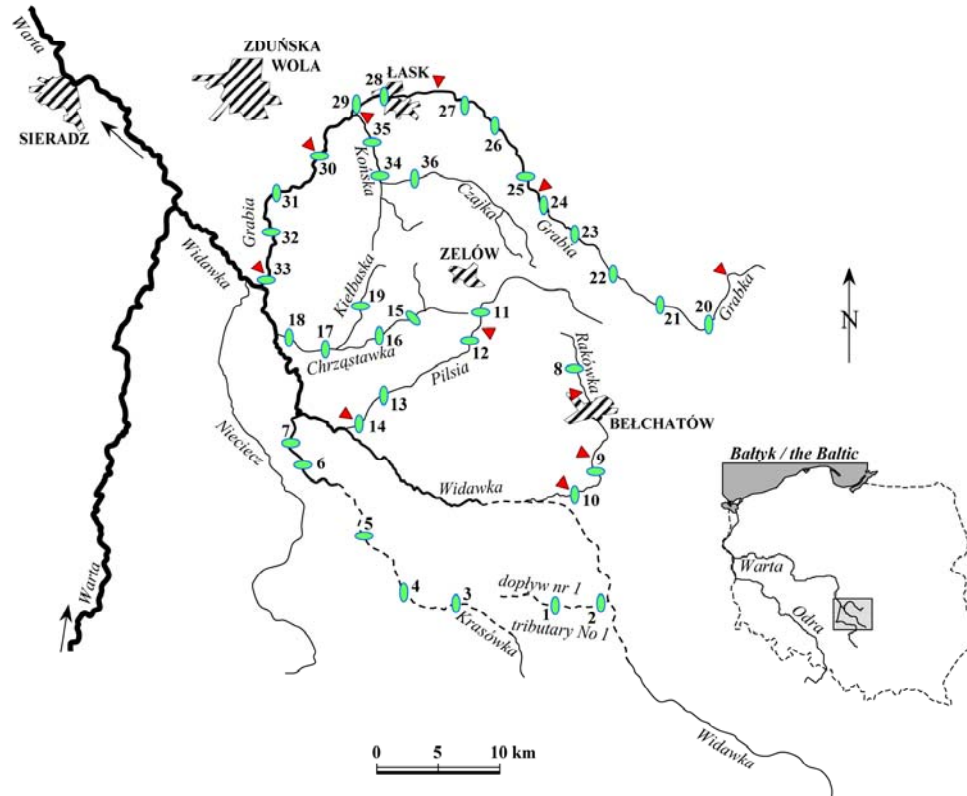
Już w latach 30. XX w. Kulmatycki (1936) opisał ichtiofaunę w dopływach Widawki (Krasówce, Pilsu, Chrzastawce i Grabi z dopływami Tymianką i Dłutówką) w oparciu o dane uzyskane od rybaków i wędkarzy oraz własne obserwacje. Pierwsze badania z zastosowaniem elektropołów na dopływach Widawki (Niecieczy, Pilsu i Grabi) przeprowadzono dopiero w latach 60. XX w. w ramach inwentaryzacji ichtiofauny rzek województwa łódzkiego (Penczak 1969a–c). Również w latach 80. przeprowadzono krótką serię elektropołów w Krasówce, Niecieczy, Pilsu i Chrzastawce (Przybylski i inni 1993), oraz w ujęciu sezonowym na jednym stanowisku w Grabi (Penczak i Jakubowski 1990) i na dwóch stanowiskach w tej samej rzece oraz na czterech stanowiskach w jej dopływie Małej Widawie (Zalewski i inni 1990). Od tamtego czasu badania zespołów ryb systemu Widawki nie były podejmowane przez ok. 20 lat.

W latach 2002–04 podjęto badania inwentaryzacyjne ichtiofauny Widawki (Kruk i inni 2006) oraz Widawki i Grabi w aspekcie czasowym (Kruk 2007a). Niniejsze badania są ich kontynuacją. Ponieważ rozmieszczenie ryb wzdłuż Grabi nie zostało zaprezentowane przez Kruka (2007b), celem pracy jest przedstawienie rozmieszczenia ichtiofauny oraz struktury jakościowej i ilościowej zespołów ryb w systemie Grabi i pozostałych dopływach Widawki.

2. TEREN BADAŃ

Badania przeprowadzono na 36 stanowiskach rozmieszczonych na 9 ciekach w systemie Widawki, tj. na jej dwóch lewostronnych dopływach, dopływie nr 1 i Krasówce, na czterech prawostronnych dopływach, Rakówce, Pilsu, Chrzastawce (z Kielbaską) oraz Grabi, w górnym biegu noszącej nazwę Grabka (ze strumieniami Końską i Czajką). Strumienia Nieciecz nie badano z uwagi na spowodowany suszą znikomy przepływ wody. Nawet w dolnym biegu poza miejscami, gdzie miejscowi rolnicy utworzyli wodopoje poprzez podpiętrzenie wody workami napełnionymi piaskiem, Nieciecz miała postać bardzo wąskiej strugi o głębokości poniżej 5 cm.

System Widawki pozostaje od dziesięcioleci pod wpływem odkrywek uruchomionej w 1977 r. Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Odprowadza ona do Widawki średnio 660 tys. m³ wody na dobę, m. in. poprzez Krasówkę (Glinkowska i Łukawska 2003). Są to: 1) wody z odwodnienia wgłębnego, czyste (I i II klasy czystości), pompowane przez ok. 400 studni i odprowadzane rurociągami do systemu rowów okalających odkrywkę, a stamtąd wprost do cieków naturalnych, oraz 2) wody z odwodnienia powierzchniowego (z opadów atmosferycznych i z powierzchni wyrobiska) wymagające oczyszczenia w osadnikach. Odwadnianie złoża spowodowało powstanie hydrologicznego leja depresyjnego, a w konsekwencji ucieczkę wody z koryt rzek i wyschnięcie mniejszych strumieni (Jokieli i Maksymiuk 1997).



Rys. 1. Stanowiska poboru prób ryb w systemie Widawki w 2003 r. Objasnienia: linie przerywane – odcinki wybetonowane. Trójkątami oznaczono lokalizację punktów pomiarowo-kontrolnych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi.

Fig. 1. The sites of electrofishing in the Widawka River system in 2003. Explanations: dashed lines – concrete-channelized reaches. Location of control-measuring points of the Regional Inspectorate of Environmental Protection in Łódź is marked with triangles.

Dopływ nr 1 (st. 1–2) to 9-kilometrowy wybetonowany strumień, najmniejszy badany dopływ Widawki (Rys. 1). Szerokość jego koryta miejscami przekraczała 6 m, głębokość wynosiła niespełna 0,5 m (Tab. 1a). Koryto wybetonowane i pokryte mułem oraz osadem o barwie ceglastej, z niewielką ilością kamieni. Brakowało roślinności zanurzonej, natomiast rośliny wynurzone pokrywały nawet połowę długości brzegów. Kryjówki dla ryb stanowiły głównie szczeliny między płytami betonowymi i glony nitkowate. Brzegi porastały drzewa. Strumień płynął wśród nieużytków i pól uprawnych oraz w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”, z której odprowadzał wody głębinowe, co znalazło swoje odzwierciedlenie w wysokiej konduktywności (Tab. 1a).

Krasówka to 32-kilometrowy, drugi po Grabi najdłuższy badany dopływ Widawki (Rys. 1). W górnym i środkowym biegu (st. 3–5) rzeka została przeniesiona z naturalnego koryta do kanału (Fot. 1) wybudowanego na potrzeby Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Koryto poza płytami betonowymi pokrywał piasek i muł (Tab. 1a). Szerokość rzeki sięgała tam 7 m, a głębokość 1 m. Naczyniowa roślinność wodna prawie nie występowała. Kryjówkami były przede wszystkim szczeliny między płytami betonowymi i glony nitkowate (Tab. 1a). Choć w dolnym biegu (st. 6–7) rzeka była uregulowana, to miejscami zachowały się meandry. Dno pokrywał różnorodny substrat naturalny. Schronienia ryby mogły szukać pod nawisami z roślinności lądowej oraz wśród roślin zanurzonych i wynurzonych obecnych w niewielkiej ilości. Na całej swej długości Krasówka płynęła wśród nieużytków i w pobliżu lasów (Tab. 1a), choć na badanych stanowiskach drzewa nigdy nie rosły bezpośrednio nad brzegami. Konduktywność na wszystkich stanowiskach była bardzo podobna i zawierała się w przedziale 435–467 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tab. 1a).

Rakówka (st. 8–10) o długości 21 km odbierała słabo oczyszczone ścieki z Miejskiej Oczyszczalni Ścieków, ZWiK „Wod-Kan” w Bełchatowie oraz z Wolskich Zakładów Przemysłu Barwnikowego „Organika” w Woli Krzysztoporskiej (Glinkowska i Łukawska 2003), co znacznie podwyższało konduktywność (Tab. 1a), BZT5 oraz stężenie substancji biogenych (Tab. 2). Poniżej Bełchatowa woda była ciemno szara i nieprzezroczysta. Rzeka na znacznych odcinkach uregulowana. Jej średnia głębokość nie przekraczała 0,8 m, a szerokość w dolnym biegu dochodziła do 8 m. Dno piaszczysto-muliste. Kryjówki dla ryb to przede wszystkim zwisająca zielna roślinność lądowa, a ponadto w dolnym biegu gałęzie i zwalone drzewa oraz nadzwyczaj duże ilości makrofitów i glonów nitkowatych (Tab. 1a) pozostające w bezpośrednim związku z dużym ładunkiem biogenów (Tab. 2). Brzegi w dolnym biegu zadrzewione. Rakówka płynęła wśród nieużytków, łąk i pastwisk (Tab. 1a).

Pilsia (st. 11–14) to rzeka o długości 31 km (Rys. 1). Średnia szerokość koryta sięgała 5,5 m, natomiast głębokość rzadko przekraczała 0,5 m (Tab. 1b). Koryto było częściowo uregulowane. Dno Pilsy pokrywał piasek i muł z domieszką żwiru i kamieni. W górnym biegu obserwowano wyjątkowo dużo roślin zanurzonych, głównie moczarkę kanadyjską. W dolnym biegu pokrywały one znacznie mniejszą powierzchnię dna. Roślinności wynurzonej było niewiele. Na pierwszych trzech stanowiskach dodatkowo kryjówkami dla ryb były nawisy z roślinności lądowej, faszyna i rzęsa, a na ostatnim – podmyty brzeg, korzenie drzew, zwalone drzewa i gałęzie zatopione w wodzie, co pozostawało w związku z silnym zadrzewieniem brzegów (Fot. 2). Tereny, przez które przepływała rzeka, to nieużytki rolne, łąki, a pomiędzy st. 12 i 13. – stawy rybne oraz lasy (Rys. 4, Tab. 1b), poniżej których odnotowano znaczną poprawę jakości wody pod względem parametrów fizyko-chemicznych (Tab. 1b, 2). Obniżeniu uległy konduktyw-

ność (Tab. 1b) oraz stężenia azotu amonowego, fosforanów i fosforu ogólnego, choć woda nadal była pozaklasowa z powodu stężenia azotu azotynowego (Tab. 2).

Chrzastawka (st. 15–18) to dopływ o długości 20 km (Rys. 1). Jej średnia szerokość dochodziła do 5 m, a średnia głębokość nie przekraczała 0,5 m (Tab. 1b). W górnym biegu uregulowana, w dolnym meandrowała (Fot. 3). Dno piaszczysto-muliste, miejscami z domieszką gliny albo pokryte znaczną ilością śmieci. Roślinność wodna występowała w małych ilościach. Kryjówki dla ryb były różnorodne, zarówno sztuczne (faszyna), jak i naturalne. W dolnym biegu liczne drzewa wzdłuż brzegów (Fot. 3). Rzeka płynęła pośród łąk i pastwisk, lasów, pól uprawnych i nieużytków (Tab. 1b). Poniżej st. 16. Chrzastawka płynęła przez las, co znalazło swoje odzwierciedlenie w obniżeniu konduktywności na następnym stanowisku (Tab. 1b).

Kielbaska (st. 19) to 8-kilometrowy uregulowany strumień o szerokości niespełna 2 m i głębokości 30 cm (Rys. 1). Stwierdzono niewielkie ilości roślin wynurzonych oraz duże płyty moczarki kanadyjskiej, w których zalegał muł (Tab. 1b). Poza tym dno pokrywał piasek. Oprócz roślinności wodnej kryjówki dla ryb stanowiły nawisy z roślin lądowych i faszyna. Brzegi pozbawione drzew. Kielbaska płynęła przez łąki (Tab. 1b). Konduktywność wody była zbliżona do wartości odnotowanych w dolnym odcinku Chrzastawki (Tab. 1b).

Rzeka **Grabia** (st. 20–33) o długości 77 km jest największym dopływem Widawki (Rys. 1). Powierzchnia dorzecza wynosi 814 km² (Kondracki 1998). Średnia szerokość nie przekraczała 18 m, a głębokość 1,5 m, choć często była dużo niższa w miejscach, gdzie rzeka rozlewała (Tab. 1b, c). W górnym biegu koryto zazwyczaj było uregulowane, natomiast w środkowym i dolnym miało charakter naturalny i tworzyło zakola (Fot. 4). Dno na całej długości było piaszczysto-muliste z domieszką żwiru i kamieni. Rośliny zanurzone i wynurzone występowały zazwyczaj w stosunkowo niedużych ilościach, natomiast brzegi miejscami były mocno zadrzewione (Fot. 4). Kryjówki dla ryb były bardzo zróżnicowane. Rzeka płynęła głównie przez łąki i pastwiska oraz nieużytki (Tab. 1b, c). Konduktywność wody zmieniała się w wąskim zakresie 355–477 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Była najwyższa (> 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$) na 4 pierwszych i 5 ostatnich stanowiskach (Tab. 1b, c). W górnym biegu według kryterium fizyko-chemicznego wody pozaklasowe, w dolnym – w III klasie (Tab. 2). Parametrami decydującymi o takiej klasyfikacji prawie zawsze były stężenia azotu azotynowego lub fosforu ogólnego. Niemal we wszystkich profilach pomiarowo-kontrolnych wody Grabi przekraczały normy bakteriologiczne (Tab. 2).

Końska (st. 34–35) to częściowo uregulowany strumień o długości 19 km (Rys. 1). Jej średnia szerokość dochodziła do 6 m, a średnia głębokość nie przekraczała 0,5 m (Tab. 1c). Dno mulisto-piaszczyste z dodatkiem żwiru i kamieni.

Tabela 1a. Morfometria stanowisk oraz konduktywność wody w systemie Widawki (st. 1–10). Objasnienia: a) **f** – faszyna, **g** – zatopione gałęzie, **gl** – glony nitkowate, **gn** – glina, **k** – kamienie, **m** – muł, **os** – osad, **p** – piasek, **pb** – podmyty brzeg, **pl** – płyty betonowe, **r** – korzenie, **rz** – rzęsa, **s** – śmieci, **sp** – szczeliny między betonowymi płytami, **zd** – zwałone drzewa, **zw** – zwisająca roślinność ładowa, **ż** – żwir, substrat i kryjówki występujące obficie (> 20% dna lub brzegu) wytluszczono; b) rzeka: **N** – naturalna, **N_m** – naturalna meandrująca, **R** – uregulowana, **R_m** – meandrująca ze śladami regulacji, **K** – skanalizowana; c) **ko** – kopalnia odkrywkowa, **la** – las, **pa** – łąki i pastwiska, **rol** – pola uprawne, **nu** – nieużytki, **zab** – zabudowania; (-) brak, (●) <5%, (+) 5–20%, (++) 21–40%, (+++) 41–60%, (++++) 61–80%, (+++++) 81–100%.

Table 1a. Morphometry of sampling sites and conductivity of water in the Widawka River system (sites 1–10). Explanations: a) **f** – fascine, **g** – immersed branches, **gl** – filamentous algae, **gn** – clay, **k** – stones, **m** – mud, **os** – inorganic sediment, **p** – sand, **pb** – undermined bank, **pl** – concrete slabs, **r** – roots, **rz** – duckweed, **s** – rubbish, **sp** – gaps between concrete slabs, **zd** – fallen trees, **zw** – overhanging terrestrial plants, **ż** – gravel; abundant (> 20% of bottom or bankline) substrate and shelves are marked in bold; b) river: **N** – natural, **N_m** – meandering natural, **R** – regulated, **R_m** – meandering with traces of regulation, **K** – canalised; c) **ko** – strip mine, **la** – forest, **pa** – meadows and pastures, **rol** – arable land, **nu** – wasteland, **zab** – buildings; (-) not recorded, (●) <5%, (+) 5–20%, (++) 21–40%, (+++) 41–60%, (++++) 61–80%, (+++++) 81–100%.

1. Rzeka / River	Dopływ nr 1										Rakówka
	Tributary No 1										
2. Numer stanowiska	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3. Średnia szerokość [m]	6,1	4,5	4,1	5,0	7,0	7,0	7,0	1,5	8,0	7,0	
4. Średnia głębokość [cm]	45	25	55	55	100	150	120	20	80	60	
5. ^{a)} Budowa dna	os, m,	os, m,	pl, m, k	pl, p, m	pl	p, k	ż, k	p	m, p	p, m, k	
6. Submergent plants	-	-	●	-	-	●	●	+	+	+++++	
7. Emergent plants	+++	++	-	-	-	+	+	-	++	++++	
8. ^{a)} Kryjówki	sp, gl	sp, zw,	sp	sp, gl,	sp, gl,	zw	zw	zw	zw	g, gl, zd,	
9. Drzewa wzdłuż brzegów	+	++	-	-	-	-	-	-	+	+++	
10. Kondyktywność [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	859	791	465	435	464	466	467	407	733	800	
11. ^{b)} Charakter koryta rzeki	K	K	K	K	K	R _m	R	R	N _m	R	
12. ^{c)} Tereny przyległe	rol, nu,	nu, ko	nu, la	rol, nu,	nu	nu	nu, la	pa	nu,	nu	
Adjacent area	ko	nu, ko	nu, la	rol, nu,	nu	nu	nu, la	pa	zab, pa	nu	

Tabela 1c. Morfometria stanowisk oraz konduktywność wody w systemie Widawki (st. 24–36). Objasnienia jak w Tab. 1a.
Table 1c. Morphometry of sampling sites and conductivity of water in the Widawka River system (sites 24–36). Explanations as in Table 1a.

	Grabia												Koińska		Czajka
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
2.	8,5	6,7	10,0	9,0	8,0	9,7	11,5	18,0	8,0	12,0	5,7	4,0	2,3		
3.	45	80	35	35	35	50	35	150	120	40	30	50	15		
5. ^{a)}	p, m, k, ż	p, m	p, m, k, ż	p, m, k, ż	p, m	p, m	p, m	m, p	ż, m, p, k	p, m, k, ż	m, p, k	m, p, k	p, m, k		
6.	+	●	●	●	-	+	+	+	++	-	-	+	-		
7.	+	+	+	●	++	+	+++	++	+	●	-	++++	-		
8. ^{a)}	f, zw, zd	zw, r, pb, g, zd	r, pb, g, zd, zw, s	r, gl, g, zd, zw, pb	zw, f, gl, pb, g	zw, r, g, zd	zw, g, r, pb, gl	r, g, zd, zw, pb	g, zd, zw, r, rz	zw, r, g, pb	f, zw, r, g, pb	zw, rz, r, pb	zw, f, pb		
9.	++	++++	++++	+++	●	+++	+++	++	++	++++	++++	++	●		
10.	375	364	356	355	379	417	417	417	422	417	386	382	411		
11. ^{b)}	R	N _{in}	N	N _m	R _m	N _m	N	N _{in}	N _m	N _m	R	N _{in}	R/K		
12. ^{c)}	pa, nu	pa, nu	nu, rol	nu	nu	nu	nu	nu, pa	nu, la	nu, la	la	nu	rol, nu		

Na st. 34. nie stwierdzono wodnej roślinności naczyniowej, zaś na st. 35. – niewielką ilość roślin zanurzonych oraz obfitość roślin wynurzonych. Na obydwu stanowiskach kryjówki dla ryb były zróżnicowane i liczne. Brzegi zadrzewione. Końska płynęła wśród lasów i nieużytków. Woda o niskiej przewodności (Tab. 1c). W czasie badań w górnym odcinku głębokość wody wynosiła 2–3 cm, co uniemożliwiało wykonanie elektropołowu.

Tabela 2. Klasy czystości wód (skala I-III) wg kryterium bakteriologicznego (K_B) i fizykochemicznego (K_{F-CH}) dla dopływów Widawki w roku hydrologicznym 2003. Ocena za pomocą metody Nesmeraka (Nesmerak 1996) na podstawie danych udostępnionych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi. Lokalizację punktów pomiarowo-kontrolnych, w tabeli uszeregowanych od źródeł do ujścia, przedstawiono na Rys. 1. Skrót „non” – wody nieodpowiadające normom.

Table 2. Water purity classes (Polish norm, scale I-III) according to the bacteriological (K_B) and physico-chemical (K_{F-CH}) criteria for selected tributaries of the Widawka River in the hydrological year 2003. Assessment according to the Nesmerak method (Nesmerak 1996) based on data from the Regional Inspectorate of Environmental Protection in Łódź. Location of control-measuring points, in the table listed from the sources to the outlet, is presented in Fig. 1. Class I – the purest water, abbreviation “non” – water not fulfilling standards.

Rzeka / River	Punkt pomiarowo- kontrolny / Control- measuring point	Odległość od ujścia [km] / Distance from outlet [km]	K_B	K_{F-CH}	Czynniki decydujące o K_{F-CH} / Factors critical for K_{F-CH}
Rakówka	Bełchatów Domiechowice	15,0	III	III	NO_2
Rakówka	Bełchatów Grocholice	8,5	non	non	O_2 , BZT_5/BOD_5 , NO_2 , NH_4 , N_{og}/N_{tot} , PO_4 , P_{og}/P_{tot}
Rakówka	Rzasawa	2,3	non	non	O_2 , BZT_5/BOD_5 , NO_2 , NH_4 , N_{og}/N_{tot} , PO_4 , P_{og}/P_{tot}
Pilsia	Sromutka	18,0	non	non	NO_2 , NH_4 , PO_4 , P_{og}/P_{tot}
Pilsia	Dubie	1,0	non	non	NO_2
Grabia	Grabica	71,0	III	non	NO_3 , N_{og}/N_{tot}
Grabia	Karczmy	44,6	non	non	P_{og}/P_{tot}
Grabia	Kolumna	30,2	non	III	P_{og}/P_{tot}
Grabia	Okup	22,1	non	III	NO_2 , P_{og}/P_{tot}
Grabia	Marzenin	16,7	non	III	NO_2 , P_{og}/P_{tot}
Grabia	Zamość	1,7	non	III	NO_2 , P_{og}/P_{tot}

Czajka (st. 36) to płytki uregulowany strumień o długości 18 km (Rys. 1) i szerokości ponad 2 m (Tab. 1c). Na badanym stanowisku roślin wodnych nie stwierdzono. Ryby mogły szukać schronienia pod nawisami z roślin lądowych, podmytym brzegiem i pomiędzy elementami faszyny. Brzegi były prawie niezadrzewione. Czajka płynęła wśród nieużytków i pól uprawnych (Tab. 1c). Konduktywność wody niewielka (Tab. 1c).

3. MATERIAŁ I METODY

W wyniku badań przeprowadzonych latem 2003 r. w dopływach rzeki Widawki stwierdzono 24 gatunki ryb i 2 gatunki minogów (Tab. 3), łącznie reprezentowanych przez 5003 osobniki o masie 160,3 kg. Zestawienie stwierdzonych gatunków przygotowano z uwzględnieniem podziału na grupy rozrodcze według Balona (1990).

Tabela 3. Dominacja w liczebności (D_N) i biomacie (D_B) oraz stałość występowania (O) gatunków ryb i minogów w dopływach Widawki (według strategii reprodukcyjnych za Balonem 1990). Gatunki reofilne oznaczono gwiazdką. Zapis „0,00” oznacza dominację < 0,005%. Gatunki nie stwierdzone w Widawce w latach 2002–04 (Kruk i inni 2006) oznaczono literą „T”.

Table 3. Numerical and biomass dominance (D_N and D_B , respectively) and stability of occurrence (O) of fish and lamprey species in the Widawka River (according to reproductive guilds by Balon 1990). Rheophilic species are marked with an asterisk. Notation “0,00” was used for dominance < 0.005%. Species not recorded in the Widawka River in 2002–04 by Kruk *et al.* (2006) are marked with “T”.

Grupa rozrodcza / Reproductive guild	Gatunek / Species	D_N [%]	D_B [%]	O [%]
Nie pilnujące, jaja rozproszone na odkrytym podłożu (A.1) Non-guarding and open substratum eggs scattering (A.1)				
litopelagofile (A.1.2) lithopelagophils (A.1.2)	miętus* / burbot* <i>Lota lota</i> (L.)	0,58	0,59	25
litofile (A.1.3) lithophils (A.1.3)	kleń* / chub* <i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	0,16	1,58	3
fitolitofile (A.1.4)	jelec* / dace* <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.)	3,54	4,89	25
phytolithophils (A.1.4)	jaż / ide <i>Leuciscus idus</i> (L.)	1,54	7,58	14
	plóc / roach <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	38,71	46,53	56
	ukleja / bleak <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	0,14	0,02	6
	leszcz / bream <i>Abramis brama</i> (L.)	0,16	1,03	8
	okoń / perch <i>Perca fluviatilis</i> L.	11,11	9,24	61

	jazgarz / ruffe	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	0,28	0,16	28
fitofile (A.1.5)	szczupak / pike	<i>Esox lucius</i> L.	3,48	11,89	64
phytophils (A.1.5)	wzdreğa / rudd	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	0,18	0,05	3
	lin / tench	<i>Tinca tinca</i> (L.)	0,44	0,39	25
	karaś pospolity ^T / crucian carp ^T	<i>Carassius carassius</i> (L.)	0,04	0,12	6
	karaś srebrzysty / giebel	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch)	0,42	0,93	22
	piskorz ^T / mud loach ^T	<i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	0,30	0,27	19
	koza / spined loach	<i>Cobitis taenia</i> L.	5,54	0,68	36
psammofile (A.1.6)	śliz* / stone loach*	<i>Barbatula barbatula</i> (L.)	13,55	3,20	72
psammophils (A.1.6)	kiełb* / gudgeon*	<i>Gobio gobio</i> (L.)	14,75	4,71	75
Niepilnujące wylęg ukryty (A.2) / Non-guarding and brood hiding (A.2)					
litofile (A.2.3)	minóg	<i>Lampetra planeri</i> (Bloch)	0,16	0,02	8
lithophils (A.2.3)	strumieniowy* ^T / brook lamprey* ^T				
	minóg ukraiński* / Ukrainian lamprey*	<i>Eudontomyzon mariae</i> (Berg)	2,62	0,49	39
	pstrąg potokowy* / brown trout*	<i>Salmo trutta</i> m. <i>fario</i> L.	0,22	4,08	11
	lipień* / grayling*	<i>Thymallus thymallus</i> (L.)	0,06	0,60	3
ostrakofile (A.2.4)	różanka ^T / bitterling ^T	<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas)	0,02	0,00	3
ostracophils (A.2.4)					
Pilnujące, wylęg dozorowany (B.1) / Guarding and clutch tending (B.1)					
fitofile (B.1.4)	słonecznica /	<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel)	0,02	0,00	3
phytophils (B.1.4)	sunbleak				
Pilnujące i gniazdujące (B.2) / Guarding and nesting (B.2)					
ariadnofile (B.2.4)	ciernik / three-spined stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	1,50	0,09	28
ariadnophils (B.2.4)					
speleofile (B.2.7)	sumik karłowaty / brown bullhead	<i>Ameiurus nebulosus</i> (Le Sueur)	0,48	0,86	17
speleophils (B.2.7)					
RAZEM / TOTAL:			100,00	100,00	×

Łączna dominacja gatunków reofilnych: $D_N = 35,64\%$, $D_B = 20,16\%$ / Total dominance of rheophils: $D_N = 35.64\%$, $D_B = 20.16\%$

Dla każdego stanowiska zanotowano podstawowe dane morfometryczne oraz dokonano pomiarów konduktywności za pomocą miernika wieloparametrowego *Multiline P4* (producent WTW, Niemcy). Dodatkowo uzyskano dane o czystości wody Rakówki, Pilski i Grabi (łącznie 11 punktów pomiarowo-kontrolnych, Rys. 1) z delegatur w Piotrkowie Trybunalskim i Sieradzu podlegających Wojewódzkiemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska w Łodzi. Roczna ocena pomierzonych stężeń została dokonana za pomocą metody Nesmeraka (Nesmerak 1996).

Na każdym stanowisku pobierano jedną próbę ryb z zachowaniem unifikacji metod (Penczak 1967, Backiel i Penczak 1989). Elektropułowy wykonano z zastosowaniem prądu stałego dwupółprzewodnikowego wyprostowanego o parametrach na wyjściu: 220 V, 3 kW, 50 Hz. W zależności od wielkości rzeki stosowano różne jednostki wysiłku w oparciu o regulę Beklemishev'a (Backiel i Penczak 1989). Na głębszych (> 0,8 m) st. 5–7. na Krasówce oraz 31–32. na Grabi spływano biernie łodzią z nurtem wzdłuż jednego brzegu na odcinku 500 m. Dwie osoby dokonywały połowu za pomocą anodo-czerpaków, natomiast trzecia za pomocą wiosła utrzymywała stałą odległość od brzegu. Na pozostałych stanowiskach brodzono pod prąd na odcinku 100 m łowiąc ryby 2 anodoczerpakami wzdłuż obydwu brzegów. Wyniki dla wszystkich stanowisk przeliczono na 500 m brzegu, tj. stanowiska płytsze, gdzie ryby łowiono brodząc, traktowano jako obławiane wzdłuż jednego brzegu na odcinku 200 m.

Dla każdego gatunku oszacowano stałość występowania (O):

$$O [\%] = 100 \cdot N_s / N_t$$

N_s – liczba stanowisk, na których stwierdzono dany gatunek,
 N_t – łączna liczba stanowisk.

Gdy na danym cieku ryby stwierdzono na przynajmniej dwóch stanowiskach, ich rozmieszczenie przedstawiono na diagramie według zasad przyjętych przez Penczaka (1969a) (Rys. 2–7). Dla każdego takiego cieku łącznie obliczono wartość indeksu różnorodności biologicznej Shannona H' (Begon i inni 1986):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

p_i – udział gatunku i w całkowitej liczebności,
 S – łączna liczba gatunków stwierdzonych w cieku.

Indeks ten przyjmuje wartości w zakresie (0; log S) – wysokie w ekosystemach zrównoważonych, a niskie w zdegradowanych.

Dla pozostałych strumieni, gdzie badania prowadzono tylko na jednym stanowisku (Kiełbaska, Czajka) albo na większej liczbie stanowisk, spośród

których ryby stwierdzono tylko na jednym (Rakówka), dane o liczebności gatunków ryb umieszczono w tabeli (Tab. 4).

Tabela 4. Liczebność gatunków ryb (w nawiasach na 500 m brzegu) w ciekach nie uwzględnionych na Rys. 2–7.

Table 4. Abundance of fish species (in brackets per 500 m of bankline) in streams not shown in Fig. 2–7.

Gatunek / Species	Rakówka st. 9 / site 9	Kiełbaska st. 19 / site 19	Czajka st. 36 / site 36
<i>Rutilus rutilus</i>		8 (18)	
<i>Perca fluviatilis</i>			3 (7)
<i>Esox lucius</i>			4 (9)
<i>Misgurnus fossilis</i>	1 (3)		
<i>Barbatula barbatula</i>		3 (7)	
<i>Gobio gobio</i>			6 (13)
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		1 (2)	
RAZEM / TOTAL	1 (3)	12 (27)	13 (29)

4. WYNIKI

Łącznie w badanych dopływach zdecydowanie dominowała płoć stanowiąca 39% całkowitej liczebności i 47% całkowitej biomasy (Tab. 3). Subdominantami pod względem liczebności były kiełb, śliz i okoń, każdy o dominacji 11–15%, natomiast pod względem biomasy szczupak, okoń i jaź – każdy 8–12%. Najwyższą stałością występowania (> 50%) charakteryzowały się w kolejności kiełb, śliz, szczupak, okoń i płoć (Tab. 3). Spośród grup rozrodczych pod względem liczebności dominowały fitolitofile i psammofile, pod względem biomasy fitolitofile (Tab. 3). Gatunki reofilne stanowiły łącznie 36% liczebności i 20% biomasy, w znacznym stopniu dzięki kiełbiowi i ślizowi (Tab. 3).

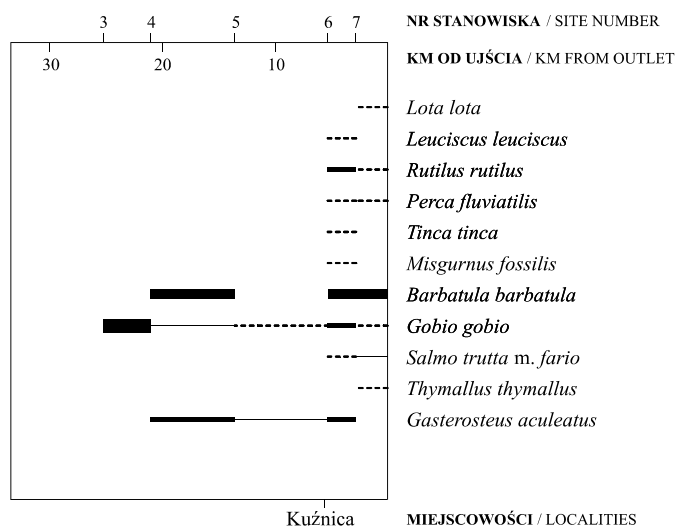
W **dopływie nr 1** stwierdzono 9 gatunków ryb (Rys. 2). Najwięcej odłowiono jazia i okonia, łącznie stanowiących prawie 80% liczebności całkowitej (Tab. 5). Na st. 1. stwierdzono tylko śliza i ciernika. Pozostałych siedem gatunków oraz śliz występowały w odcinku ujściowym (Rys. 2).

W **Krasówce** stwierdzono 11 gatunków ryb (Rys. 3), spośród których śliz, kiełb i ciernik stanowiły 85% liczebności całkowitej (Tab. 5). Na pierwszych 3 stanowiskach (st. 3–5) te 3 gatunki występowały w różnych kombinacjach, miejscami licznie (Rys. 3). Na dwóch stanowiskach przyujściowych łącznie złowiono wszystkie 11 gatunków, wśród których dominował śliz przy znacznym udziale kiełbia, płoci i ciernika. Na uwagę zasługuje obecność takich reofili jak jelec, pstrąg potokowy i lipień, pozostająca w ścisłym związku z bardzo szybkim nurtem.



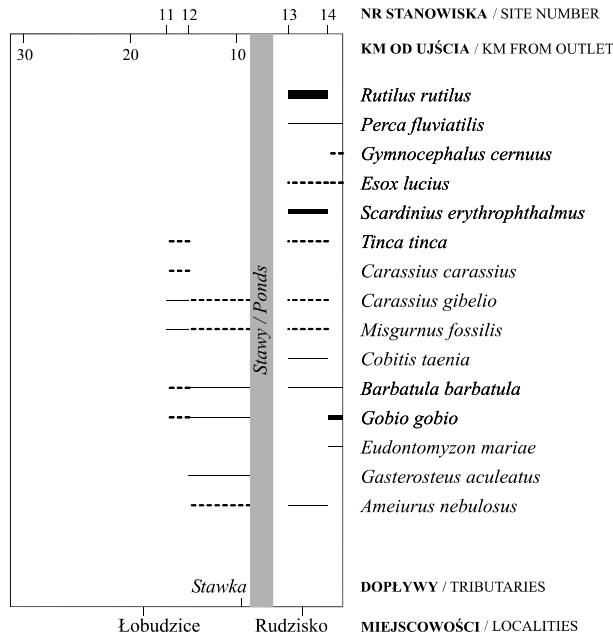
Rys. 2. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu dopływu nr 1. Grubość linii na diagramie wskazuje liczbę osobników na 500 m linii brzegowej.

Fig. 2. Distribution of lamprey and fish species along tributary No 1. Line thickness indicates the number of individuals collected at a site per 500 m of bankline.

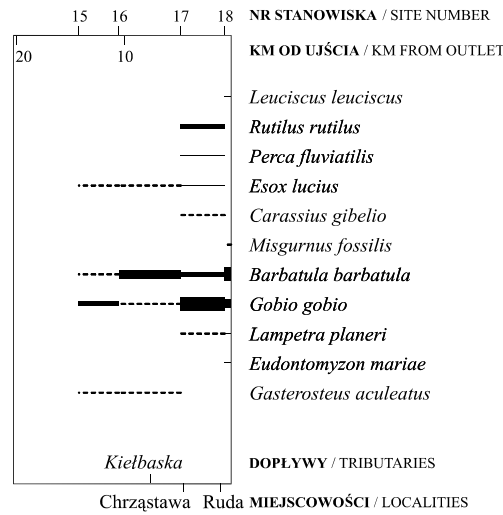


Rys. 3. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Krasówki. Objaśnienia jak na Rys. 2.

Fig. 3. Distribution of lamprey and fish species along the Krasówka River. Explanations as in Fig. 2.



Rys. 4. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Pilsii. Objasnienia jak na Rys. 2.
Fig. 4. Distribution of lamprey and fish species along the Pilsia River. Explanations as in Fig. 2.



Rys. 5. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Chrzastawki. Objasnienia jak na Rys. 2.
Fig. 5. Distribution of lamprey and fish species along the Chrzastawka River. Explanations as in Fig. 2.

W **Rakówce** stwierdzono tylko jednego osobnika piskorza na st. 9. (Tab. 4). Pozostałe dwa stanowiska były bezrybne.

Ichtiofauna **Pilsia** była drugą w kolejności (po Grabi) najbogatszą pod względem liczby gatunków, których stwierdzono 15, w tym 3 reofilne (kiełbia, śliza i minoga ukraińskiego) (Rys. 4). Na pierwszych 2 stanowiskach (st. 11–12) stwierdzono po 6 gatunków (łącznie 8), poza kiełbkiem i ślizem wyłącznie stagnofilnych i reprezentowanych przez nieliczne osobniki. Na kolejnych 2 stanowiskach (st. 13–14) łącznie stwierdzono 13 gatunków, tj. bez karasia pospolitego i ciernika (Rys. 4).

Tabela 5. Liczebność całkowita ryb i minogów (N), indeks Shannona (H') oraz dominacja (D_N) gatunków o najwyższej liczebności w wybranych rzekach. Uwzględniono tylko gatunki z $D_N \geq 5\%$. N dla pozostałych cieków przedstawiono w Tabeli 4.

Table 5. Total lamprey and fish abundance (N), Shannon index (H') and the dominance (D_N) of the most numerous species in selected rivers. Only species with $D_N \geq 5\%$ are presented. For N in other streams see Table 4.

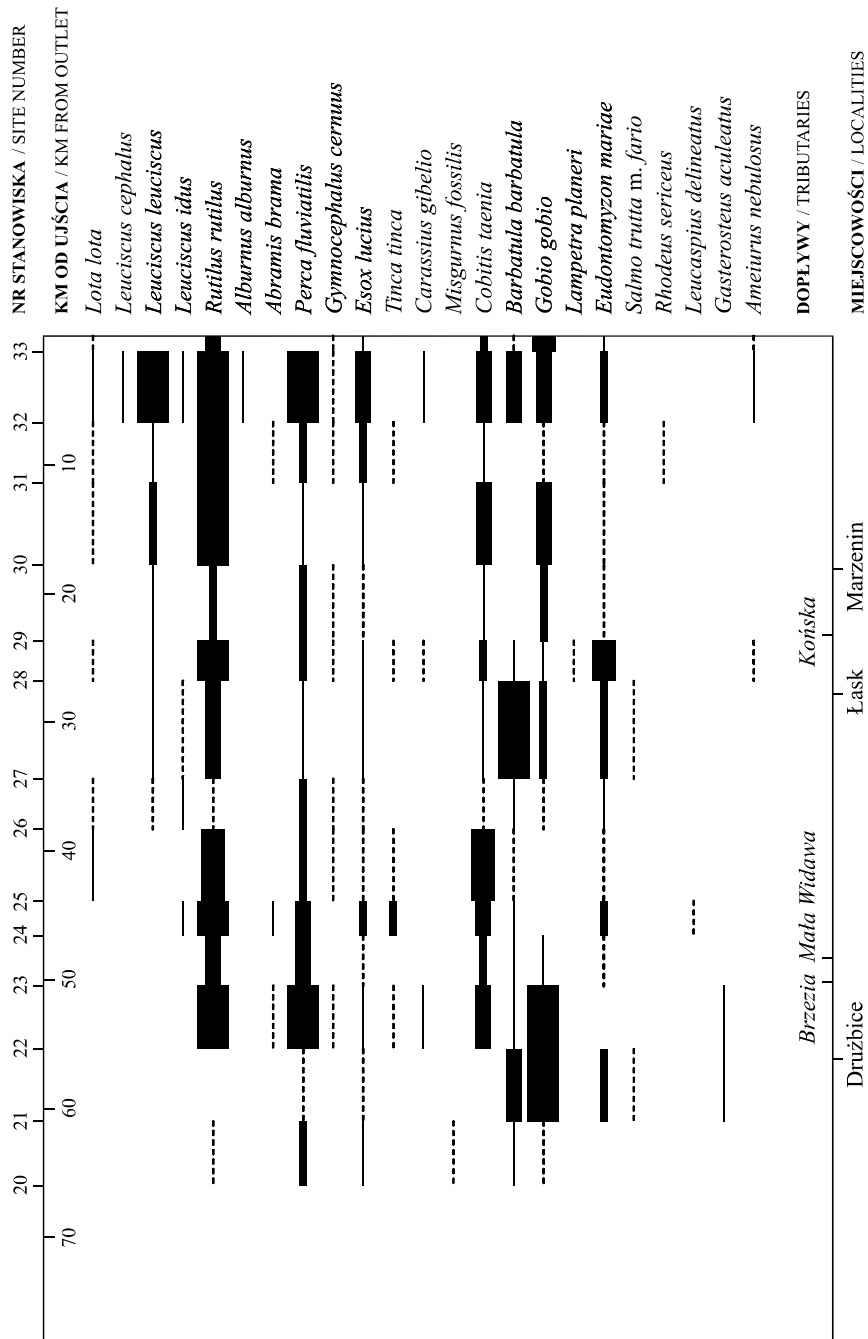
Rzeka / River	N	H'	Gatunek / Species	D_N [%]
Dopływ nr 1 / Tributary No 1	116	0,60	<i>L. idus</i>	43,97
			<i>P. fluviatilis</i>	35,34
			<i>B. barbatula</i>	9,48
Krasówka	330	0,65	<i>B. barbatula</i>	41,21
			<i>G. gobio</i>	25,76
			<i>G. aculeatus</i>	18,18
			<i>R. rutilus</i>	9,09
			<i>R. rutilus</i>	18,71
			<i>G. gobio</i>	15,11
Pilsia	139	1,05	<i>B. barbatula</i>	11,51
			<i>P. fluviatilis</i>	10,79
			<i>M. fossilis</i>	7,91
			<i>S. erythrophthalmus</i>	6,47
			<i>C. gibelio</i>	5,76
Chrzastawka	279	0,60	<i>C. taenia</i>	5,76
			<i>B. barbatula</i>	43,37
			<i>G. gobio</i>	39,07
			<i>R. rutilus</i>	5,02
Grabia	3778	0,81	<i>R. rutilus</i>	42,93
			<i>G. gobio</i>	12,97
			<i>P. fluviatilis</i>	12,76
			<i>B. barbatula</i>	9,13
			<i>C. taenia</i>	7,12
Końska	335	0,45	<i>R. rutilus</i>	70,45
			<i>B. barbatula</i>	13,73
			<i>G. gobio</i>	7,16

W **Chrzastawce** stwierdzono 11 gatunków, w tym 5 reofilnych (Rys. 5). Łączna dominacja psammofili (śliza i kielbia) wynosiła ponad 80% (Tab. 5). Na obydwu stanowiskach w górnym biegu (st. 15 i 16) złowiono 4 te same gatunki: szczupaka, śliza, kielbia, i ciernika. Na dwóch stanowiskach w dolnym biegu (st. 17 i 18) łącznie stwierdzono 10 gatunków (odpowiednio po 7 i 6), wśród których dominowały kielb i śliz, łowione po co najmniej kilkadziesiąt osobników. Poza nimi stwierdzono 3 inne reofile: jelca, minoga strumieniowego i ukraińskiego (Rys. 5). W **Kielbasce** stwierdzono po kilka osobników płoci i śliza oraz 1 ciernika (Tab. 4).

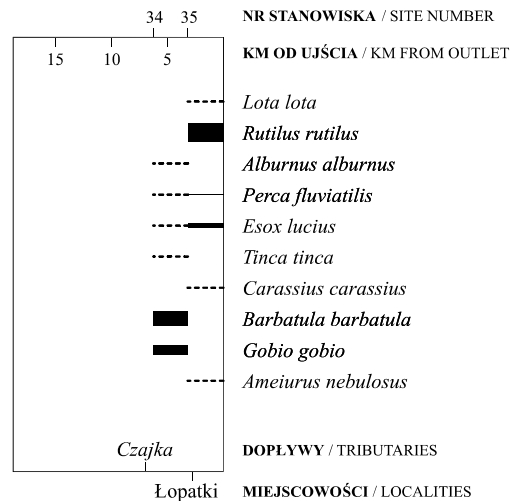
Ponad 75% ryb złowionych w ramach niniejszych badań pochodziło z **Grabi** (Tab. 5), którą zasiedlały najbogatsze zespoły ryb. Łącznie stwierdzono 23 gatunki, w tym 8 reofilnych. W górnym biegu rzeki (st. 20–25) na stanowisku łowiono 6–11 gatunków, wśród których dominowały okoń, płoć, koza i kielb, reprezentowane w próbach nawet po kilkaset osobników. W dolnym biegu (st. 26–33) na stanowisku stwierdzano 8–15 gatunków, wśród których zdecydowanie dominowała płoć (Rys. 6). Odłowiono tam też znaczne ilości jelca, okonia, szczupaka, kozy, śliza, kielbia i minoga ukraińskiego. Na jednym stanowisku (st. 28) odnotowano również obecność minoga strumieniowego. Poza jelcem, kielbem, ślizem i minogiem ukraińskim, pozostałe 4 gatunki reofilne (miętus, kleń, minóg strumieniowy i pstrąg potokowy) były reprezentowane przez niewiele osobników łowionych zwykle w dolnym biegu (Rys. 6).

Ponadto w Grabi i Pilsu odnotowano najmniej zdominowane zespoły ryb ze wszystkich badanych cieków (Tab. 5). Odpowiednio 85 i 82% liczby złowionych osobników przypadało w Grabi na 5 gatunków: płoć, kielbia, okonia, śliza i kozę, a w Pilsu na 8 gatunków (dodatkowo: piskorza, wzdręgę i karasia srebrzystego). Dla obydwu cieków odnotowano również najwyższe wartości indeksu różnorodności biologicznej Shannona (Tab. 5).

W **Końskiej** stwierdzono 10 gatunków, w tym 3 reofilne (miętus, kielb, śliz) (Rys. 7). Dominantami na st. 34. były śliz i kielb, natomiast na 35. – płoć przy znacznej liczebności szczupaka. Obecne na obydwu stanowiskach były tylko okoń i szczupak. Spośród badanych cieków, Końska charakteryzowała się najsilniej zdominowanym zespołem ryb, ponieważ sama płoć stanowiła ponad 70% liczebności całkowitej (Tab. 5). Odnotowano również najniższą wartość indeksu Shannona (Tab. 5). W **Czajce** stwierdzono po kilka osobników okonia, szczupaka i kielbia (Tab. 4).



Rys. 6. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Grabii. Objasnienia jak na Rys. 2.
Fig. 6. Distribution of lamprey and fish species along the Grabia River. Explanations as in Fig. 2.



Rys. 7. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Końskiej. Objaśnienia jak na Rys. 2.

Fig. 7. Distribution of lamprey and fish species along the Końska River. Explanations as in Fig. 2.

5. DYSKUSJA

Łącznie ichtiofauna dopływów Widawki stanowi cenny element systemu Warty. Pod względem liczby gatunków (26) nie ustępuje ona stosunkowo bogatym zespołom ryb Widawki reprezentowanym w elektrołowach z lat 2002–04 przez 27 gatunków ryb i minogów (Kruk i inni 2006). Spośród gatunków złowionych w dopływach, czterech nie stwierdzono w Widawce: karasia pospolitego, piskorza, minoga strumieniowego i różanki (Tab. 3). Natomiast gatunki obecne w Widawce, a nie stwierdzone w dopływach to szweja, boleń, brzana, krąp i troć wędrowną (Kruk i inni 2006).

Ichtiofauna badanych cieków jest bardzo zróżnicowana. Z jednej strony stwierdzono bogate zespoły ryb w Grabi, z drugiej natomiast niemal zupełny brak ryb w Rakówce oraz bardzo zubożałą ichtiofaunę w dopływie nr 1 i Krasówce.

Głównych przyczyn złego stanu ichtiofauny w 3 ostatnich wymienionych ciekach należy upatrywać w silnym zanieczyszczeniu wody oraz zmianach w strukturze koryta. Zanieczyszczenie wody wynikające z ogromnych ilości nieoczyszczonych ścieków uwalnianych w Bełchatowie i Woli Krzysztoporskiej było bezwzględnie czynnikiem decydującym o braku ryb w przypadku Rakówki. Nawet w dolnym biegu rzeki, gdzie woda była optycznie czysta, istniało wiele kryjówek i dno porastało wiele roślin wodnych (Tab. 1a), ryb nie stwierdzono. Natomiast w przypadku dopływu

nr 1 i Krasówki jakość wody była znacznie lepsza, natomiast głównym czynnikiem limitującym występowanie ryb było ujęcie tych cieków w betonowe kanały (Rys. 1, Tab. 1a). Sytuacja uległa nieco poprawie w dolnych odcinkach w związku z efektem ujścia (ryby wpływały z Widawki) oraz naturalnym charakterem dna Krasówki na dwóch ostatnich stanowiskach. Niemniej, stan ichtiofauny w Krasówce najlepiej oddaje fakt złowienia tylu ryb co w znacznie mniejszej Końskiej oraz łączna dominacja śliza, kielbia i ciernika przekraczająca 85% (Tab. 5).

Regulacja rzeki prowadzi do znacznego uproszczenia struktury jej koryta. Rzeka pozbawiana jest meandrów i związanego z nimi zróżnicowania głębokości i nurtu wody w profilu poprzecznym (Kubečka i Vostradovský 1995, Boët i inni 1999, Kruk i inni 2003). Dewastacji ulega strefa ekotonowa odpowiedzialna za redukcję zanieczyszczeń obszarowych oraz stanowiąca miejsce schronienia ryb przed drapieżnikami i bytowania makrobezkręgowców będących podstawowym elementem bazy pokarmowej ryb (Zalewski i inni 1994, 1995, Penczak 2001, Wang i inni 2001). Uniemożliwione są wiosenne wylewy rzeki na pobliskie tereny, co znacznie zmniejsza ilość dostępnych tarlisk (Bayley 1995, Kubečka i Vostradovský 1995, Ligon i inni 1995). Wałami przeciwpowodziowymi odcinane są starorzecza, również wykorzystywane jako tarliska i pozwalające rybom unikać zjawisk lodowych zimą (Penczak i inni 2000, 2003a, b). Skrajnym przypadkiem regulacji rzeki jest jej ujęcie w betonowy kanał, jak to miało miejsce w przypadku dopływu nr 1 i Krasówki.

Regulacja i zanieczyszczenie odcisnęły swoje piętno również na zespołach ryb pozostałych badanych cieków, choć nie tak silnie. W Pilsu, Chrzastawce z Kielbaską, Grabi i Końskiej z Czajką 3–4 najliczniejsze gatunki to śluz, kielb, płoć lub okoń (Tab. 5). Wysoka dominacja tych gatunków jest uznawana za wskaźnikową dla degradacji środowiska wodnego (Oberdorff i Hughes 1992, Schiemer i Wieser 1992, Kruk i inni 2001, 2003) zarówno jeśli chodzi o zanieczyszczenia, jak i regulację (Witkowski i inni 1991, Wolter i Vilcinskis 1997, Penczak i inni 1999, Penczak i Kruk 2000, Kruk i Penczak 2003, Kruk 2006, 2007b).

Najbardziej naturalna struktura zespołów ryb wydaje się istnieć w Pilsu, gdzie 82% liczebności przypadało na 8 gatunków, a nie 2–4 jak w innych ciekach (Tab. 5). Z drugiej jednak strony, owe 8 gatunków oprócz płoci, kielbia, śliza i okonia to koza i 3 gatunki stagnofilne: piskorz, wzdreğa i karaś srebrzysty, zapewne w znacznej mierze pochodzące z pobliskich stawów (Rys. 4).

Rzeką najbardziej przypominającą Widawkę pod względem ichtiofauny była Grabia. W obydwu przypadkach dominowała płoć (w Grabi 43%, w Widawce 38%) (Tab. 5) (Kruk i inni 2006). Kolejne najliczniejsze gatunki w obydwu rzekach, choć w różnej kolejności, to kielb, okoń i śluz. W ostatnich latach widać wyraźną zmianę jakościową w materiale zary-

bieniowym stosowanym w Grabi (Tab. 6). Po roku 2000 zrezygnowano z wielu gatunków eurytopowych i stagnofilnych. Tym samym główny ciężar kładziony jest na jazia, płoć i ryby reofilne. Niestety, skutki tych działań w odniesieniu do ostatniej grupy ryb nie były widoczne w niniejszych badaniach. W szczególności dotyczy to brzany i krytycznie zagrożonej świnki, których w dopływach Widawki nie stwierdzono, oraz klenia, którego udział wśród złowionych ryb był marginalny (Tab. 3).

Tabela 6. Skład jakościowy materiału zarybieniowego w Grabi. Gatunki obligatoryjnie rzeczne oznaczono gwiazdką.

Table 6. Qualitative composition of stocking material in the Grabia River. Rheophilic species are marked with an asterisk.

<i>Gatunek / Species</i>	do 2000**	2001	2002	2003
<i>Chondrostoma nasus</i> *	■	■	■	■
<i>Barbus barbus</i> *	■	■	■	
<i>Leuciscus cephalus</i> *		■	■	■
<i>Leuciscus idus</i>	■	■	■	■
<i>Rutilus rutilus</i>	■	■	■	
<i>Abramis brama</i>	■			
<i>Perca fluviatilis</i>	■			
<i>Esox lucius</i>		■	■	
<i>Carassius carassius</i>	■			
<i>Salmo trutta m. fario</i> *	■			
<i>Thymallus thymallus</i> *				■
<i>Sander lucioperca</i>	■			

** dane z lat 1999–2000 z ZO PZW w Piotrkowie Trybunalskim i 1997–2000 z ZO PZW w Sieradzu / data for 1999–2000 come from the Regional Board of the Polish Angling Association in Piotrków Trybunalski, and for 1997–2000 from the Regional Board of the Polish Angling Association in Sieradz.

W porównaniu z badaniami prowadzonymi kilkadziesiąt lat temu widać wyraźne zmiany zarówno w charakterze niektórych dopływów Widawki, jak i ich ichtiofauny. Najbardziej zmienionym ciekim jest Krasówka, opisywana przez Kulmatyckiego (1936) jako „drobna i płytka rzeczka”, a obecnie kanał o rozmiarach (Tab. 1a) i przepływie podobnym do Grabi. Z opisu tego autora wynika również, że Chrzastawka wówczas była dwu-trzykrotnie głębsza niż obecnie, bowiem jej średnia głębokość wynosiła 1 m. W porównaniu z badaniami Kulmatyckiego (1936) i Penczaka (1969a) szczególnie ważny jest zanik w dopływach Widawki węgorza, świnki i brzany oraz znaczne ograniczenie występowania klenia (Tab. 7).

Tabela 7. Gatunki stwierdzone w dopływach Widawki przez (K) Kulmatyckiego (1936), (PE) Penczaka (1969a), (PR) Przybylskiego i innych (1993), (PJ) Penczaka i Jakubowskiego (1990) oraz (Z) Zalewskiego i innych (1990). Gatunki reofilne oznaczono gwiazdką. Gatunki nie stwierdzone w dopływach Widawki w roku 2003 (porównaj z Tab. 3) podkreślono.

Table 7. Species recorded in the Widawka tributaries by (K) Kulmatycki (1936), (PE) Penczak (1969a), (PR) Przybylski *et al.* (1993), (PJ) Penczak and Jakubowski (1990) and (Z) Zalewski *et al.* (1990). Rheophilic species are marked with an asterisk. Species not recorded in the Widawka tributaries in 2003 (see Table 3) are underlined.

Gatunek Species	K				PE		PR			PJ	Z
	Krasówka	Pilsia	Chrzastawka	Grabia	Pilsia	Grabia	Krasówka	Pilsia	Chrzastawka	Grabia	Grabia
<u><i>A. anquilla</i></u>	■	■	■	■	■	■				■	■
<i>L. lota*</i>				■	■	■				■	■
<u><i>A. aspius*</i></u>										■	
<u><i>C. nasus*</i></u>		■	■	■		■				■	
<u><i>B. barbatus*</i></u>			■	■		■				■	■
<u><i>V. vimba*</i></u>										■	■
<i>L. cephalus*</i>		■	■	■	■	■				■	■
<i>L. leuciscus*</i>					■	■	■			■	■
<i>L. idus</i>				■		■				■	■
<i>R. rutilus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
<i>A. alburnus</i>		■	■			■				■	■
<i>A. brama</i>				■		■					
<i>P. fluviatilis</i>	■		■	■	■	■		■		■	■
<i>G. cernuus</i>										■	■
<i>E. lucius</i>	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■
<i>S. erythrophthalmus</i>	■					■					
<u><i>B. bjoerkna</i></u>				■		■					
<i>T. tinca</i>			■	■		■	■		■	■	■
<u><i>C. carpio</i></u>							■			■	■
<i>C. carassius</i>				■		■	■				
<i>M. fossilis</i>							■			■	■
<i>C. taenia</i>						■	■			■	■
<i>B. barbatula*</i>					■	■	■	■		■	■
<i>G. gobio*</i>					■	■	■	■	■	■	■
<i>L. planeri*</i>					■	■			■		■
<i>R. sericeus</i>						■				■	
<i>G. aculeatus</i>						■	■	■	■	■	■
<i>A. nebulosus</i>					■	■				■	■

W porównaniu z badaniami Penczaka i Jakubowskiego (1990) oraz Zalewskiego i innych (1990) nie stwierdzono bolenia i certy. Wpływ na to miały nie tylko przeobrażenia struktury koryt badanych cieków, wzrastające zanieczyszczenie wody, ale również budowa pozbawionych przepławek dla ryb 1) zbiornika zaporowego Jeziorsko na Warcie (Penczak i inni 1998) i 2) mniejszych piętrzeń w systemie Widawki (Kruk 2007a), w wielu przypadkach nie do pokonania dla diadromicznego węgorza i certy oraz potamodromicznej świnki i brzany (Lucas i Baras 2001, Kruk 2004). Pierwsze sygnały tych procesów widoczne były już w badaniach prowadzonych na omawianych dopływach Widawki w latach 80. przez Przybylskiego i innych (1993) (Tab. 7). Drastyczne zmniejszenie liczebności wymienionych gatunków w ostatnich dziesięcioleciach obserwuje się w całym systemie Warty (Marszał i Przybylski 1996, Penczak i Kruk 2000, 2005, Kruk i Penczak 2003, Kruk 2004, 2007b), w tym w systemie Widawki (Kruk 2007a). Brak w relacji Kulmatyckiego (1936) informacji o wielu gatunkach osiągających niewielkie rozmiary (Tab. 7) wynika zapewne z faktu, że nie prowadził on elektropołówów, ale opierał się na informacjach uzyskanych od osób trzecich.

PODZIĘKOWANIA

Dziękujemy za pomoc w badaniach terenowych Piotrowi Spychalskiemu. Badania finansowane w ramach projektu Komitetu Badań Naukowych nr 3 P04F 009 22.

6. SUMMARY

The Widawka River is a right side, 109 km long tributary of the Warta River (Fig. 1). Nine streams in the Widawka system, including nameless left-side tributary No 1, the Krasówka, Rakówka, Pilsia, Chrzastawka and Grabia Rivers (Photo 1–4), were electrofished in summer 2003 at 36 sites (Tab. 1a–c). The most polluted was the Rakówka River (Tab. 2), while tributary No 1 and most of the Krasówka were concrete-embanked and usually also concrete-bottomed (Photo 1) and carried water from a brown coal strip mine (Tab. 1a–c). Altogether 5003 individuals representing 24 fish species and 2 lamprey species were caught (Fig. 2–7, Tab. 3, 4). Roach was the numeric dominant (39%), while gudgeon, stone loach and perch (each 11–15%) were subdominants. Rheophils constituted 36% of the total abundance (Tab. 3). Over 75% of fish in this study were caught in the Grabia River (Tab. 5), in which the richest fish assemblages with 23 species, including 8 rheophilic ones, were recorded (Fig. 6). At 3 sites in the polluted Rakówka only one individual of one species, mud loach, was caught (Tab. 4). Similarly, in the concrete-channelized Krasówka the number of fish was very low – as compared to its size – and the total

dominance of three small species (stone loach, gudgeon and three-spined stickleback) amounted to 85% (Tab. 5).

Altogether, the ichthyofauna in the studied streams is comparably rich to that in the Widawka River in 2002–04 (26 and 27 species, respectively) (Tab. 3) (Kruk *et al.* 2006). Four species (crucian carp, mud loach, brook lamprey and bitterling) recorded in this study were absent in the Widawka in 2002–04 (Tab. 3), while spiralin, asp, barbel, silver bream and sea trout were recorded solely in the Widawka (Kruk *et al.* 2006).

The studied rivers were stocked also with rheophils, but unfortunately with hardly visible results (Tab. 6). Barbel and nase were not recorded, while the dominance of chub was marginal (Tab. 3).

As compared to earlier studies (Tab. 7), in 2003 certain rheophilic and migratory species (eel, asp, nase, barbel, vimba) were not recorded, and the distribution area of chub became limited. The main reasons are modifications of the channel structure and hydrological regime, increasing water pollution and construction of the Jeziorsko dam reservoir on the Warta River and smaller impoundments in the Widawka system, all of which are without fish passes.

7. LITERATURA

- Backiel T., Penczak T. 1989. The fish and fisheries in the Vistula River and its tributary, the Pilica River. (W: Proceedings of the International Large River Symposium. Red. D.P. Dodge). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106, ss. 488–503.
- Balon E.K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyol. Rev.*, 1, 1–48.
- Bayley P.B. 1995. Understanding large river-floodplain ecosystems. *BioScience*, 45, 153–158.
- Begon M., Harper J.L., Townsend C.R. 1986. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, ss. 594–595.
- Boët P., Belliard J., Berrebi-dit-Thomas R., Tales E. 1999. Multiple human impacts by the City of Paris on fish communities in the Seine river basin, France. *Hydrobiologia*, 410, 59–68.
- Glinkowska G., Łukawska U. 2003. Komunikat o stanie czystości wód zlewni rzeki Widawki w roku 2002. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi.
- Jokiel P., Maksymiuk Z. 1997. Przeobrażenia stosunków wodnych w wyniku przyspieszonej industrializacji na przykładzie Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. *Geographical Journal*, 68, 71–79.
- Kondracki J. 1998. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kruk A. 2004. Decline in migratory fish in the Warta River, Poland. *Ecology & Hydrobiology*, 2, 147–155.
- 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. Limn.*, 43, 253–269.
- Kruk A. 2007b. Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 9–18.
- Kruk A., Penczak T. 2003. Impoundment impact on populations of facultative riverine fish. *Ann. Limnol. – Int. J. Limn.*, 39, 197–210.
- Kruk A., Penczak T., Przybylski M. 2001. Wieloletnie zmiany w ichtiofaunie górnego biegu Warty. *Rocz. Nauk. PZW*, 14/Supl., 189–211.
- Kruk A., Szymczak M., Spychalski P. 2003. Ichtiofauna miasta Łodzi. Część I. Dorzecza Jasienia i Łódki. *Rocz. Nauk. PZW*, 16, 79–96.
- Kruk A., Penczak T., Zięba G., Koszaliński H., Marszał L., Tybulczuk S., Galicka W. 2006. Ichtiofauna systemu Widawki. Część I. Widawka. *Rocz. Nauk. PZW*, 19, 85–101.
- Kubečka J., Vostradovský J. 1995. Effects of dams, regulation and pollution on fish stocks in the Vltava River in Prague. *Regul. Rivers: Res. Mgmt*, 10, 93–98.
- Kulmatycki W. 1936. Hydrografia i rybostan rzek województwa łódzkiego. *Czas. Przyr. Ilustr.* 109, 123–150.
- Ligon F.K., Dietrich W.E., Trush W.J. 1995. Downstream ecological effects of dams. *BioScience*, 45, 183–192.
- Lucas M., Baras E. 2001. *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science, Oxford.
- Marszał L., Przybylski M. 1996. Zagrożone i rzadkie ryby Polski Środkowej. (W: *Ochrona rzadkich i zagrożonych gatunków ryb w Polsce, stan aktualny i perspektywy*. Red. A. Witkowski, T. Heese). *Zoologica Poloniae*, 41/Supl., 61–72.
- Nesmerak J. 1996. Metodyka oceny jakości wód w przekrojach granicznych. ss. 11–12 (W: *Instrukcja obsługi systemu oceny jakości wody*. Red. R. Korol, M. Kędzia, M. Czapliński). IMGW, Zakład Monitoringu Powierzchniowych Wód Płynących, Wrocław.
- Oberdorff T., Hughes R.M. 1992. Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia*, 228, 117–130.
- Penczak T. 1967. Biologiczne i techniczne podstawy połowu ryb stałym prądem elektrycznym. *Przeg. Zool.*, 11, 114–131.
- Penczak T. 1969a. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część I c. Hydrografia i rybostan Warty i dopływów. *Acta Hydrobiol.*, 11, 69–118.
- Penczak T. 1969b. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część II. Ekologia. *Acta Hydrobiol.*, 11, 313–338.
- Penczak T. 1969c. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część III. Przegląd i charakterystyka gatunków. *Acta Hydrobiol.*, 11, 339–360.
- Penczak T. 2001. Populations of fish in relation to riparian ecotone development in the Narew river catchment. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 1/1–2, 163–176.

- Penczak T., Jakubowski H. 1990. Drawbacks of electric fishing in rivers. ss. 115–122 (W: Developments in electric fishing, Red. I.G. Cowx). Fishing News Books, Oxford.
- Penczak T., Kruk A. 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human-modified Polish rivers. *Ecology of Freshwater Fish*, 9, 109–117.
- Penczak T., Kruk A. 2005. Patterning of impoundment impact (1985–2002) on fish assemblages in a lowland river using the Kohonen algorithm. *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 169–177.
- Penczak T., Głowacki Ł., Galicka W., Koszaliński H. 1998. A long-term study (1985–1995) of fish populations in the impounded Warta River, Poland. *Hydrobiologia*, 368, 157–173.
- Penczak T., Kostrzewa J., Marszał L., Koszaliński H., Kruk A. 1999. Ichtiofauna dorzecza Noteci. *Rocz. Nauk. PZW*, 12, 81–94.
- Penczak T., Kruk A., Koszaliński H., Kostrzewa J., Marszał L., Galicka W., Głowacki Ł. 2000. Fishes of three oxbow lakes and their parent Pilica River: 25 years later. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 1, 115–130.
- Penczak T., Głowacki Ł., Kostrzewa J., Kruk A., Koszaliński H., Galicka W., Marszał L., Zięba G. 2003a. Influence of climate-related temporal changes on fish assemblages in oxbow lakes and in their parent Pilica River (continuation). *Ecology and Hydrobiology*, 3(1), 71–85.
- Penczak T., Zięba G., Koszaliński H., Kruk A. 2003b. The importance of oxbow lakes for fish recruitment in a river system. *Arch. Hydrobiol.*, 158, 267–281.
- Przybylski M., Frankiewicz P., Bańbura J. 1993. Ichtiofauna dorzecza górnej Warty. *Rocz. Nauk. PZW*, 6, 49–78.
- Schiemer F., Wieser W. 1992. Epilogue: food and feeding ecomorphology, energy assimilation and conversion in cyprinids. *Env. Biol. Fish.*, 33, 223–227.
- Wang L., Lyons J., Kanehl P., Bannerman R. 2001. Impacts of Urbanization on Stream Habitat and Fish Across Multiple Spatial Scales. *Environmental Management*, 2, 255–266.
- Witkowski A., Błachuta J., Kuszniarz J. 1991. Rybostan dorzecza Widawy po przeprowadzonej regulacji. *Rocz. Nauk. PZW*, 4, 25–46.
- 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. *Ecology of Freshwater Fish*, 6, 174–181.
- Zalewski M., Frankiewicz P., Przybylski M., Bańbura J., Nowak M. 1990. Structure and dynamics of fish communities in temperate rivers in relation to the abiotic-biotic regulatory continuum concept. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 37, 151–176.
- Zalewski M., Puchalski W., Frankiewicz P., Bis B. 1994. Riparian ecotones and fish complexity in river – intermediate complexity hypothesis. ss. 152–160 (W: Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Red. I.G. Cowx). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Zalewski M., Frankiewicz P., Nowak M. 1995. Biomanipulation by ecotone management in a lowland reservoir. *Hydrobiologia*, 303, 49–60.



Fot. 2. St. 14. na Płisi (fot. A. Kruk).
Photo 2. Site No 14 in the Płisia River (photo by A. Kruk).



Fot. 1. St. 5. na Krasówce. Widoczne wybetonowane brzegi (fot. A. Kruk).
Photo 1. Site No 5 in the Krasówka River. Banks covered with concrete slabs are visible (photo by A. Kruk).



Fot. 3. St. 17. na Chrzęstawce (fot. A. Kruk).
Photo 3. Site No 17 in the Chrzęstawka River (photo by A. Kruk).



Fot. 4. St. 32. na Grabi (fot. A. Kruk).
Photo 4. Site No 32 in the Grabia River (photo by A. Kruk).