

TADEUSZ PENCZAK\*, ANDRZEJ KRUK, GRZEGORZ ZIĘBA,  
LIDIA MARSZAŁ, HENRYK KOSZALIŃSKI, SZYMON TYBULCZUK,  
WANDA GALICKA

**ICHTIOFAUNA DORZECZA PILICY W PIĄTEJ DEKADZIE BADAŃ  
CZEŚĆ I. PILICA**

FISH FAUNA IN THE PILICA RIVER SYSTEM IN THE FIFTH DECADE  
OF STUDY  
PART I. PILICA RIVER

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

**ABSTRACT**

In 2003–2005 electrofishing was conducted at 64 sites along the 342 km long Pilica River as a continuation of sampling carried out in 4 previous periods at decadal intervals (1965, 1968–1972, 1984–1985, 1994–1995). On all the sampling occasions a uniform catch per unit effort method was used, which made temporal comparisons possible.

The quality of the studied aquatic environment was human-impacted, mostly by pollution. The amounts of sewage released to the river were increasing since the 1960s till the collapse of communism in Poland in 1989. This resulted in declines in rheophilic species and in increasing dominance of roach and perch. After 1990 water quality started gradually improving, which resulted in increase in the populations of most rheophilic fishes, including burbot, spirlin, dace and bullhead. Most species increased owing to natural regeneration and immigration from the Pilica tributaries or from the Vistula. The only species that recovered decidedly thanks to stocking was ide. Increase in the last decade was recorded even for such hardly sensitive variables as the number of species (from 30 to 37) and number of fish per sample (from 66 to 493 individuals).

**Key words:** long-term study, lowland river, water quality, fish assemblages, ichthyofauna regeneration

---

\* autor do korespondencji (e-mail: [penczakt@biol.uni.lodz.pl](mailto:penczakt@biol.uni.lodz.pl))

## 1. WSTĘP

Idea monitoringu przyrodniczego wypływa z nowej koncepcji ochrony przyrody, jaką jest zachowanie różnorodności biologicznej. Termin ten obejmuje różnorodność form życia, a w odniesieniu do konkretnej zlewni pod uwagę brane są bogactwo gatunkowe, różnorodność genetyczna, a także różnorodność środowisk (Gliwicz 1992). Podstawą prawną monitoringu w Polsce jest Ustawa o ochronie przyrody (2004), z której wynika konieczność kontroli efektów działań ochronnych, oraz Ustawa o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (1991). Ponadto w roku 1992 Polska została sygnatariuszem Konwencji o Różnorodności Biologicznej z Rio de Janeiro (ratyfikowanej przez Parlament RP w roku 1995), która zobowiązuje państwa-strony Konwencji do zbierania, gromadzenia i udostępniania danych o stanie składników przyrody. W celu wypełnienia założeń tej Konwencji, powołany został program państwowego monitoringu środowiska, a dorzecze Pilicy zostało do niego włączone (Przybylski 1997).

Bez monitoringu nie da się ustalić i wyjaśnić tendencji zmian (Spellerberg 1991) zachodzących w ichtiofaunie zarówno całego systemu rzecznoego, jak i w jego poszczególnych częściach (Penczak 1996, Penczak i inni 1996, Błachuta i Witkowski 1997, Przybylski 1997, Kotusz i inni 2001, Kruk i inni 2001). Stabilność zespołów ryb jest zależna od warunków środowiska, w głównej mierze abiotycznego (Matthews 1998). Zmiany w środowisku mogą nastąpić z minuty na minutę, z dnia na dzień, z roku na rok albo mogą nie zachodzić przez stulecia (Matthews 1998). Tempo zmian w zespołach ryb zależy również od wielkości i charakteru habitatu. Prowadzenie badań monitoringowych w dużym systemie rzecznoym jest szczególnie cenne, ponieważ umożliwia porównanie zmian pomiędzy ciekami małymi i dużymi, płynącymi po różnym podłożu geologicznym i różnych utworach powierzchniowych (Matthews 1998). Jednymi z najważniejszych czynników determinujących zmiany w zespołach ryb są również stropy cywilizacyjne. Tym ostatnim system Pilicy był poddawany z różnym nasileniem aż do dziś. Należy do nich zaliczyć przede wszystkim: zanieczyszczenie wody, regulację koryta, przegrodzenie tamą, oddziaływanie zbiornika zaporowego, wycinanie drzew w strefach ekotonowych, przełowienie oraz wsiedlanie obcych gatunków.

Ustalony 10-letni interwał pomiędzy kolejnymi badaniami nie tylko zależał od technicznych możliwości zespołu badawczego. Kierowano się głównie faktem, że 10 lat powinno wystarczyć, aby zarysowały się wyraźniejsze zmiany (Błachuta i Witkowski 1997), gdyż zdaniem Connella i Sousy (1983) pełna wymiana generacji nawet długo żyjących gatunków następuje po upływie takiego czasu.

Celem tej pracy, będącej kontynuacją badań wykonanych w latach 1965 (Penczak 1968), 1968–1972 (Penczak 1988), 1984–1985 (Penczak 1989) i 1994–1995 (Penczak i inni 1996) jest dokonanie kolejnej inwentaryzacji ryb na tle czynników środowiskowych.

## 2. TEREN BADAŃ

Pilica, o długości 342 km i powierzchni zlewni 9245 km<sup>2</sup>, jest największym lewobrzeżnym dopływem środkowej Wisły. Opis hydrograficzny rzeki, ważne miejsca zrzutu ścieków oraz ich nasilenie, a także spadek, podawano w kolejnych publikacjach składających się na niniejsze badania monitoringowe (Penczak 1968, 1988, 1989, Penczak i inni 1996).

W czasie obecnych badań (2003–2005) stwierdzono, że w górnym biegu Pilicy pewne ilości ścieków nadal są uwalniane bezpośrednio do jej koryta, bądź poprzez jej dopływy. Znaczący spadek konduktywności wody, będący ogólną miarą jej jakości (Allan 1998) odnotowano dopiero od 110. km biegu rzeki (Tab. 1). Począwszy od roku 1993 miejscowa ludność wielokrotnie obserwowała brak jakichkolwiek ryb w Pilicy, aż do ujścia dopływu Uniejówka na 20. km biegu. Od ujścia Czarnej Włoszczowskiej na 96 km biegu jakość wody w Pilicy uległa poprawie w odniesieniu do poprzedniej dekady, a jej konduktywność na wszystkich stanowiskach była znacznie niższa niż 400  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Tab. 1).

Koryto Pilicy poniżej ujścia Uniejówki aż do Wisły tak jak w poprzednich dekadach meandruje i jest zbliżone do naturalnego (Fot. 1), co podkreślają zwalone do wody drzewa (Fot. 2). Od ostatniego terminu badawczego nie przybyło również wałów przeciwpowodziowych, tam i innych hydrokonstrukcji.

## 3. MATERIAŁ I METODY

Na 64 stanowiskach rozmieszczonych wzdłuż biegu Pilicy (Rys. 1), z wyłączeniem Zbiornika Sulejowskiego, odłowiono i zidentyfikowano 31562 osobniki, w trzech terminach badań: 19.08–11.09.2003, 17.06–15.10.2004 i 21.06–9.09.2005. Ichtiofauna Pilicy była reprezentowana przez 37 taksonów ryb i minogów (Apendyks).

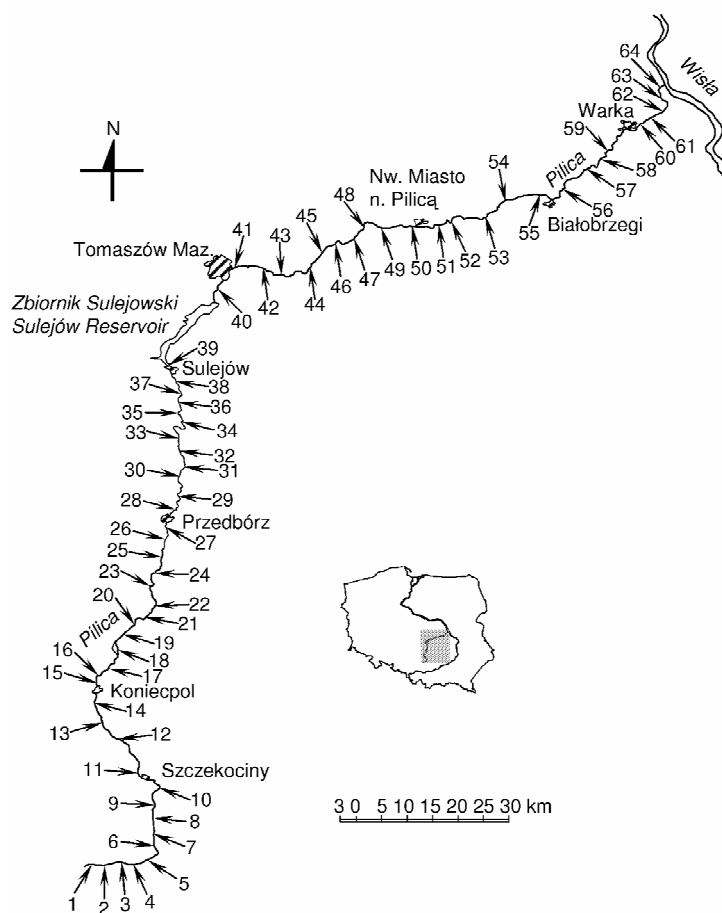
Wzorem poprzednich badań zachowano pełną unifikację połowów. W źródłowym odcinku Pilicy brodzono na 100 m odcinku, natomiast w spławnym korycie łowiono z łodzi na 500 m, używając zawsze dwóch anod. W obu przypadkach stosowano prąd dwupołówkowy wyprostowany (230 V) z prądnicy o mocy 3 kW (Penczak 1988).

Gatunki ryb i minogów pogrupowano według przynależności do grup rozrodczych (Balon 1990). Ich rozmieszczenie wzdłuż biegu rzeki przedstawiono graficznie, w sześciostopniowej skali liczebności po uprzednim przeliczeniu tej ostatniej na 500 m linii brzegowej. W tym celu stanowiska, na których łowiono ryby po obydwu brzegach brodząc na 100-metrowym odcinku, potraktowano tak jak obłowione na 200 m po jednym brzegu, tj. pochodzące z nich wyniki przemnożono przez 2,5.

Dla każdego gatunku obliczono indeks stałości występowania  $C = n_i/N \times 100$ , gdzie:  $n_i$  – liczba stanowisk z gatunkiem  $i$ ,  $N$  – liczba wszystkich stanowisk.

Zmienną tę oraz listy gatunków dominujących porównano z poprzednimi terminami badań. Na potrzeby tych porównań za dominanty w liczebności uznano te gatunki, które przynajmniej na kilku stanowiskach przekraczały liczebność 100 osobników w próbie, co odpowiada dwóm największym grubościom linii na wystandaryzowanych diagramach rozmieszczenia gatunków wzdłuż biegu rzeki. Wyjątkiem były badania wykonane w latach 90., kiedy z uwagi na bardzo małą liczbę odławianych ryb w próbach, za dominanty uznano dwa najliczniejsze wówczas gatunki.

Konduktywność oraz odczyn wody na kolejnych stanowiskach oceniano miernikiem wieloparametrowym WTW MultiLine P4.



**Rys. 1.** Stanowiska połowu ryb wzdłuż biegu Pilicy.

**Fig. 1.** The sites of fish sampling along the Pilica River.

**Tabela 1.** Morfometria stanowisk rzeki Pilicy. Objasnienia: a) w strefie nurtu; b) budowa dna: m – mul, s – piasek, g – żwir, st – kamienie; c) kryjówki: b – gałęzie, f – faszyna, ft – zwalone drzewa, r – korzenie, ow – zwisająca wiklina, ov – inna zwisająca roślinność; d) N – rzeka naturalna, Nm – rzeka naturalna meandrująca, NmRev – rzeka meandrująca z erodowanym brzegiem umocnionym kamieniami i kołkami. R – koryto regulowane, wyprostowane, Rf – koryto regulowane z brzegami wyłożonymi faszyną; e) pa – pastwiska, rol – pola uprawne, fo – las, n – nieużytki; – brak, + niewiele, ++ dużo, +++ bardzo dużo.

**Tabela 1.** Morphometry of sites in the Pilica River. Explanations: a) in the current zone; b) bottom substrate: m – mud, s – sand, g – gravel, st – stones; c) shelters: b – branches, f – fascine, ft – fallen trees, r – roots, st – stones, ow – overhanging willow branches, ov – other overhanging plants; d) N – natural river, Nm – meandering natural river, NmRev – natural river with an eroded bank reveted, R – regulated and straightened river, Rf – river regulated and both banks strengthened with fascine; e) pa – pastures, rol – cropland, fo – forest, n – wasteland; – none, + little, ++ common, +++ abundant.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Numer stanowiska Site number	4	8	11	15	19	21	24	26	30
2. Odległość od źródła [km] Distance from source [km]	19.08.0	19.08.03	19.08.03	19.08.03	21.08.03	21.08.03	21.08.03	21.08.03	21.08.03
3. Data pobrania próby Sampling date	3	5	5	5	5	6	7	7	7
4. Średnia szerokość [m] Mean width [m]	1,8	5	5	5	5	6	7	7	7
5. <sup>a)</sup> Średnia (maks.) głębokość [m] Mean (max.) depth [m]	0,8 (1,2)	0,8 (1,2)	0,7 (1,1)	0,6 (1,0)	0,6 (1,1)	0,6 (1,1)	0,6 (1,1)	0,6 (1,1)	0,7 (1,2)
6. <sup>b)</sup> Budowa dna Bottom substrate	m>s> g>st	m>>s	s>m>g	s>>g>st>m	s>>m>st	s>>m	s>>m	s>m>st	s>m> st>g
7. Rośliny zanurzone Submergent plants	+	+++	++	+	+	+	+	+	+
8. <sup>c)</sup> Kryjówki Shelters	f	f	f	ov, b, r	f	f	b, r	f, b, r	f, b, r
9. Drzewa wzdłuż brzegów Trees along banks	-	++	++	+++++	-	-	++++	++	+++
10. <sup>d)</sup> Charakter koryta rzecznego Features of river channel	Rf	Rf	Rf	Nm	Rf	Rf	Nm	Nm	Nm
11. Zanieczyszczenia Pollution	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
12. <sup>e)</sup> Tereny przyległe Adjacent area	pa	pa	pa	fo, pa	pa	pa	pa	pa	pa, fo
13. pH	7,4	7,5	8,0	8,0	8,1	8,0	8,2	8,0	7,9
14. Przewodnictwo wody [µS cm <sup>-1</sup> ] Water conductivity [µS cm <sup>-1</sup> ]	469	462	507	512	525	517	503	492	488

Tabela 1. Ciąg dalszy.  
Table 1. Continued.

1.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2.	34	40	49	57	60	64	68	71	79	83	87	91	93	100
3.	21.08.03	22.08.03	10.09.03	10.09.03	10.09.03	10.09.03	12.09.03	12.09.03	11.09.03	11.09.03	11.09.03	17.06.04	17.06.04	17.06.04
4.	8	7	6	16	14	12	12	12	12	12	11	10 (12)	10 (12)	18 (25)
5. <sup>a)</sup>	1,2(1,6)	0,8(1,5)	1,2(2,5)	0,5(0,8)	0,8(1,5)	1,0(3,0)	1,0(2,0)	0,8(1,5)	1(2,5)	2,2 (>3,0)	1,8(3,0)	1,5(3,0)	1,5(3)	1,0(1,5)
6. <sup>b)</sup>	s>m	s>m> g>st	s>>g> st	s>>m	s>m	s>m> g>st	s>m> g>st	s>>m	s	s>m	s>m	s>>m	s>>m	s>g>st
7.	+++	+	++++	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+
8. <sup>c)</sup>	ov	b, r	r, b, ov, ft	b, r, ov	b, r, ov	ft, b, ov, r, ov	b, ov, r	ov, r, b, ft, ov	ft, b, ov, r	b, r, ft, ov, ov	b, r, ft, ov	ft, b, r, ov	ft, b, r, ov	ft, r, b
9.	-	+	+++	-	-	++	+	+	++	++++	++	++	+++	+
10. <sup>d)</sup>	R	Nm	Nm	R	R	Nm	Nm	NmRev	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	NmRev
11.	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
12. <sup>e)</sup>	st, pa	pa	n	n, pa	pa, n	pa, n	n, pa	n, pa, st	n, pa	pa, rol	pa, rol	pa, fo	pa, fo	pa, n
13.	7,8	8,1	8,2	8,3	8,2	8,1	7,8	7,5	8,0	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8
14.	480	461	448	427	425	423	427	431	418	417	420	422	408	378

Tabela 1. Ciąg dalszy.  
Table 1. Continued.

1.	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
2.	102	110	113	116,5	120	126	129	134	136,5	140	145	150	151	153
3.	17.06.04	20.07.04	20.07.04	20.07.04	21.07.04	21.07.04	21.07.04	22.07.04	22.07.04	22.07.04	22.07.04	23.07.04	23.07.04	23.07.04
4.	25 (30)	15	25	25	25	25	25	35	35	40	40	40	40 (80)	40
5. <sup>a)</sup>	1,0 (2,5)	1,2 (1,6)	0,2 (0,8)	1,1 (2,0)	2,0 (3,0)	1,8 (2,0)	1,8 (2,0)	1,2 (1,7)	1,0 (1,5)	0,3 (0,7)	0,7 (1,2)	0,7 (1,3)	0,8 (1,2)	0,5 (1,0)
6. <sup>b)</sup>	s>g>st	s>m>g	s>m>g	s>m>g	s>g>m	s>>m>g	s>>m>g	s>>g	s>>g	s>>g	s>>g	s>>g	s	s>>g
7.	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
8. <sup>c)</sup>	ft, r, b	ft, b, ow, ov	-	-	r, ft, b, ow, ov	r, b, ft, ow, ov	r, b, ft, ow, ov	ov, ft, r, b	ov, r, b	ov, b, ft	ov, ft, r, b	ov, ft, r, b	b, r	b, r, ft
9.	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+++	+
10. <sup>d)</sup>	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	NmRev	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm	Nlm
11.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12. <sup>e)</sup>	pa, n	n, pa	pa	pa	rol	rol	rol	n	n	n	n	n, pa	fo, pa	pa
13.	7,7	7,7	7,6	7,7	7,7	7,9	8,3	8,2	8,3	8,0	7,9	8,0	8,4	8,4
14.	362	332	335	333	330	342	366	358	371	365	347	371	396	387

Tabela 1. Ciąg dalszy.  
Table 1. Continued.

1.	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
2.	157	161	186	195	199	205	213	217	218	223	228	233	239	245
3.	15.10.04	15.10.04	27.09.05	27.09.05	13.09.05	24.06.05	23.06.05	23.06.05	23.06.05	23.06.05	22.06.05	21.06.05	21.06.05	25.08.05
4.	30	40	60	50	60	40 (50)	40 (50)	80 (100)	80 (100)	60 (100)	60 (80)	40 (70)	45 (70)	75 (80)
5. <sup>a)</sup>	0,4 (1,0)	0,6 (2,0)	0,4 (>3,0)	0,3 (2,0)	0,3 (0,8)	0,5 (1,0)	0,5 (1,2)	0,6 (1,5)	0,6 (1,5)	0,4 (1,5)	0,4 (0,7)	0,2 (0,6)	0,3 (1,0)	0,4 (1,5)
6. <sup>b)</sup>	s>>m> g>st	s>>m> g>st	g>>s> st>m	g, s	g>>st> s>m	s>>g>st	s>>g	s>>g>st	s>>g>st	s>>g	s>>g>st	s>>g	s>>st	s>g>>m
7.	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+++
8. <sup>c)</sup>	r, ov	b, ov, ft, ow	r, b, ft, ow, ov	r, b	ft	ow, b, r	ow	b, r	b, r	b, r	ft, b, r	b, r,	b, ow	ft, ow, ov
9.	+	+++	+	-	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	++++	+++	+
10. <sup>d)</sup>	Nm	Nm	NmRev	NmRev	Nm	Nm	NmRev	NmRev	NmRev	Nm	Nm	Nm	NmRev	NmRev
11.	++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
12. <sup>e)</sup>	pa	n	n	n	fo, pa	fo, pa	n, rol, fo	rol, n, fo	n, fo	n, fo	n, fo	fo	fo	n
13.	7,9	8,0	8,6	8,0	8,2	8,1	8,4	8,6	8,5	8,6	8,6	8,6	8,0	8,0
14.	372	344	305	335	355	345	361	379	375	381	377	340	342	352



Tabela 1. Ciąg dalszy.  
Table 1. Continued.

1.	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
2.	250	259	264	270	278	284	289	294	302	306,5	309	315	317,5
3.	24.08.05	24.08.05	24.08.05	23.08.05	23.08.05	09.09.05	09.09.05	06.09.05	05.09.05	05.09.05	06.09.05	06.09.05	06.09.05
4.	70 (80)	70 (70)	60	50	50	75	70	70	60	60	70	60	60
5. a)	0,3 (2,5)	0,7 (1,2)	0,4 (0,8)	0,7 (1,5)	1,0 (1,5)	0,4 (1,2)	0,5 (1,5)	0,5 (1,5)	1,2 (2,5)	0,8 (2,0)	0,4 (1,5)	1,2 (2,5)	1,2 (2,5)
6. b)	s>g>st st>m	s>>g>st	s>>g	s	s>>g	s>>g>m	s>>g>m	s>>g>m	s>g>st	s>>g>m	s>>g>m	s>g>st	s>g>st
7.	+	+	-	+	+	-	+	+	++	+	+	++	+
8. e)	r, b, ft, ow, ov	ov	r, b, ow, ov	r, b, ft, ov	ft, r, b	ov, r, b	ov	r, b, ft, ov	r, b, ft, ow, ov	r, b, ft, ow, ov	r, b, ft, ow, ov	r, b, ft, ow, ov	r, b, ft, ow, ov
9.	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
10. d)	Nim	Nim	Nim	NimRev	NimRev	Nim	Nim	Nim	NimRev	Nim	Nim	Nim	Nim
11.	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
12. e)	n	n, pa	n	n	n, pa	n, pa	n, pa	n, fo	n	n, pa	n, pa	n, pa	n, pa
13.	7,7	8,1	7,9	7,8	8,1	7,9	8,0	8,0	8,0	8,1	8,1	8,0	8,0
14.	352	340	369	370	376	368	379	389	370	376	382	370	372

#### 4. WYNIKI

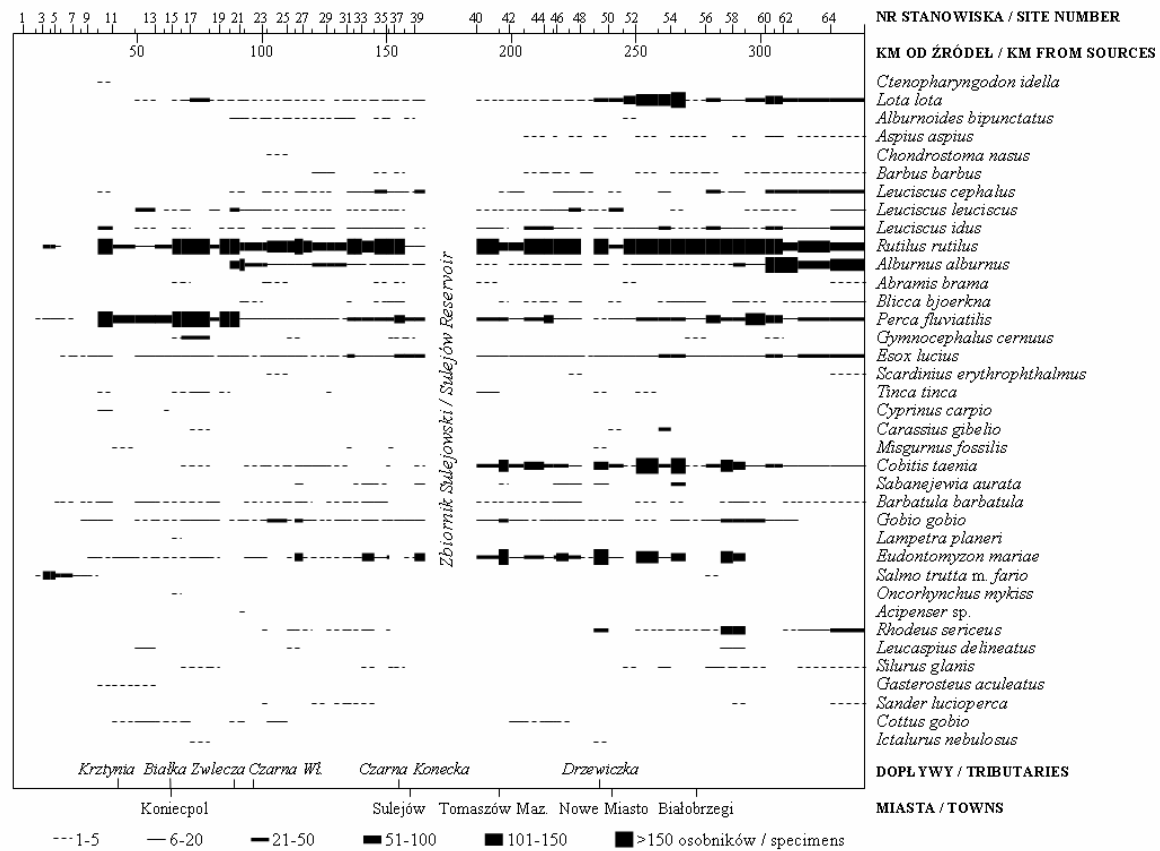
Ichtiofauna na st. 1–9 była skrajnie uboga. Stwierdzono łącznie 7 gatunków, spośród których większość była reprezentowana przez nieliczne osobniki (Rys. 2). Dodatkowo na poszczególnych stanowiskach łowiono najczęściej zaledwie od 2 do 4 gatunków. Na st. 3–6 stosunkowo liczny był pstrąg potokowy (Rys. 2).

Począwszy od st. 10 aż po Zbiornik Sulejowski (st. 39) na poszczególnych stanowiskach łowiono 6–16 (najczęściej 11–15) gatunków (Rys. 2). Dominantem była płoć, a subdominantami okoń oraz na kilku stanowiskach ukleja i minóg ukraiński. Ten ostatni na st. 15 występował sympatrycznie z minogiem strumieniowym. Nielicznie, ale z wysoką stałością obecne były szczupak, kielb, śliz, miętus, jelec i jaź (Rys. 2).

Od tamy Zbiornika Sulejowskiego aż po ujście na stanowiskach stwierdzano 7–18 (najczęściej 13–15) gatunków (Rys. 2). Niekwestionowanym dominantem ponownie była płoć, a subdominantami, w kolejności, koza, minóg ukraiński, ukleja, miętus i okoń. Wyłącznie poniżej zbiornika stwierdzono reprezentowanego nielicznie bolenia (Rys. 2).

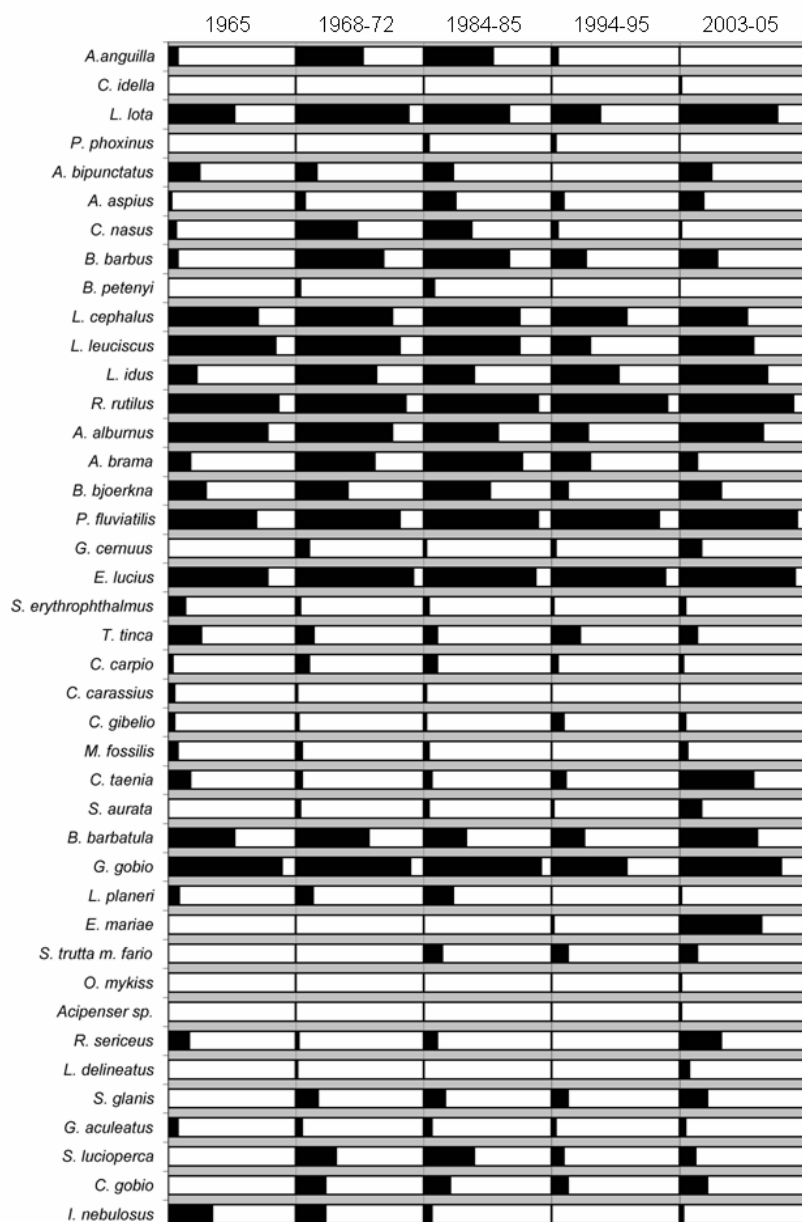
W porównaniach czasowych stałości występowania odnotowano wyraźne, obejmujące ostatnie dwie dekady zanikanie węgorza i świnki (Rys. 3). Wzrost stałości występowania w ostatniej dekadzie stwierdzono dla miętusa, piekielnicy, bolenia, jelca, jazia, uklei, jazgarza, głowacza białopłetwego oraz dla 5 gatunków prowadzących przydenny tryb życia, związanych z siedliskami o piaszczystym lub piaszczysto-żwirowym dnie: kozy, kozy złotawej, śliza, kielbia i minoga ukraińskiego (Rys. 3). Wzrost odnotowany dla piekielnicy był wyraźny, choć ograniczony głównie do odcinka Pilicy wyznaczonego przez ujścia Zwleczy i Czarnej Koneckiej, gdzie stwierdzono ją na 15 stanowiskach (Rys. 2). Na uwagę zasługuje też wyraźne zwiększenie się zasięgu występowania suma. W pobranych próbach obecny był narybek tego gatunku, jak również okazy sankcjonujące połowy wędkarskie i to prawie na 25% długości rzeki. Wyraźnych różnic w stałości występowania pomiędzy dwoma ostatnimi terminami nie stwierdzono dla 2 reofili: brzany i klenia. Najwyższe wartości tej zmiennej we wszystkich 5 dekadach stwierdzono dla okonia, płoci, szczupaka i kielbia (Rys. 3). Warto zauważyć, że w ciągu omawianych 5 dekad stałość występowania leszcza i krapia była odwrotnie skorelowana: wzrostowi stałości występowania jednego gatunku towarzyszył spadek drugiego. Najwyższą stałość występowania różanki odnotowano w ostatniej dekadzie (Rys. 3).

Co się tyczy liczebności i pozycji dominantów w czterech pierwszych dekadach, to zaznaczają się dwie wyraźne tendencje do: 1) skracania listy gatunków dominujących, oraz 2) wzrostu znaczenia płoci i okonia (Tab. 2). W pierwszych dwóch dekadach oprócz płoci do dominantów zaliczano ukleję oraz reofilnego jelca i kielbia. W trzeciej dekadzie na liście dominantów pozostał spośród 3 ostatnich gatunków tylko kielb, a w czwartej – żaden.



**Rys. 2.** Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Pilicy. Grubość linii na diagramie wskazuje na liczbę osobników odłowionych na stanowisku w przeliczeniu na 500 m linii brzegowej.

**Fig. 2.** Fish and lamprey species distribution along the Pilica River. Line thickness indicates the number of individuals collected at a site per 500 m of bankline.



**Rys. 3.** Indeks stałości występowania (%) gatunków ryb i minogów w Pilicy, w pięciu kolejnych dekadach.

**Fig. 3.** Index of occurrence stability (%) of fish and lamprey species in the Pilica River over the five successive decades.

Płóć w pierwszej dekadzie była dopiero na trzecim miejscu pod względem liczebności, jednak w kolejnych przesunęła się na pierwsze miejsce. Okoń w ogóle nie figurował na liście gatunków dominujących przez pierwsze dwie dekady. Obydwa gatunki były najliczniejsze w czwartej dekadzie, podobnie zresztą jak w piątej, tyle że wtedy do listy dominantów dołączyły również koza i minóg ukraiński (Tab. 2).

**Tabela 2.** Ilościowe zmiany w elektropłowach ryb oraz gatunki dominujące (uszeregowane malejąco wg. liczebności) w Pilicy na przestrzeni ostatnich pięciu dekad.

**Table 2.** Quantitative changes in electrofishing samples and dominant species (ordered according to their descending abundance) in the Pilica River over the last five decades.

Badania w latach / research in the years	Liczba stanowisk / number of sites	Całkowita liczba złowionych ryb / total number of collected fish	Średnia liczba ryb na stanowisku / mean fish number per site	Gatunki dominujące / dominant species
60	43	16399	381	ukleja / bleak jelec / dace płóć / roach kiełb / gudgeon płóć / roach
70	86	27972	352	ukleja / bleak jelec / dace kiełb / gudgeon płóć / roach
80	48	16746	349	kiełb / gudgeon okoń / perch płóć / roach
90	63	4134	66	okoń / perch płóć / roach
Obecne badania Present research	64	31562	493	okoń / perch koza / spined loach minóg ukraiński / ukrainian lamprey

Ilościowe zmiany w ichtiofaunie Pilicy najlepiej obrazuje konsekwentny spadek liczebności odłowionych ryb, szczególnie po przeliczeniu ich na jedno stanowisko (Tab. 2). W pierwszych 3 dekadach obserwowano stopniowy niewielki spadek liczby osobników w próbie, po czym w czwartej dekadzie nastąpiło załamanie, tj. ponad 80-procentowy spadek (Tab. 2). W ostatniej dekadzie zarejestrowano po raz pierwszy wzrost i to do poziomu wcześniej nie notowanego.

## 5. DYSKUSJA

Jeszcze przed podjęciem analizy wyników badań przypuszczaliśmy, że rybostan Pilicy uległ wyraźnej jakościowej i ilościowej poprawie w odniesieniu do poprzednich dekad. Należy jednak przypomnieć, że w roku 1965 badany był tylko 189 km środkowy odcinek głównego koryta, pomiędzy 72. a 261. km jej biegu (Penczak 1968), a dopiero w kolejnych 4 dekadach próby ryb pobierano zawsze na stanowiskach rozmieszczonych w miarę równomiernie od źródeł do ujścia Pilicy. W pierwszej dekadzie zarejestrowano 28 taksonów. Wówczas niebezpiecznymi źródłami ścieków były tylko Koniecpol (górny bieg, produkcja płyt pilśniowych) i Tomaszów Mazowiecki (środkowy bieg, ścieki przemysłowe i komunalne), gdyż większość zanieczyszczeń odprowadzano poza zlewnię Pilicy. Chroniono w ten sposób zlokalizowane w Tomaszowie Mazowieckim pierwsze ujęcie wody pitnej, w którą zaopatrywano Łódzką Aglomerację Miejską. Część ścieków przemysłowych, w tym pochodzących z produkcji wiskozy, uwalniano jednak do ujściowego odcinka Wolbórki (poniżej Tomaszowa Maz.), w wyniku czego wody Pilicy, nawet poniżej Spały, były pozaklasowe z powodu przekroczenia norm dla kilku parametrów. Poprawa w rybostanie zauważalna była dopiero od 240. km Pilicy (Penczak 1968).

W drugiej (lata 70.) i trzeciej (lata 80.) dekadzie, pomimo że dorzecze Pilicy nadal było traktowane przez ówczesne władze jako strategiczne źródło wody pitnej, utracono kontrolę nad jakością jej wód, gdyż liczba punktów uwalniania ścieków wzrastała (Penczak i Kruk 1999). W wyniku tego liczba gatunków wynosząca początkowo odpowiednio 35 i 36 (Penczak 1988, 1989) uległa redukcji do 30 w latach 90. (Penczak i inni 1996). Po likwidacji źródeł zanieczyszczeń przemysłowych i upływie kolejnych dziesięciu lat liczba gatunków wzrosła do 37. Należy podkreślić, że w większości obecnie pobranych prób rejestrowano 11–15 gatunków, co bardzo odbiega od wyników z poprzedniej dekady, kiedy to dopiero zaczynał się proces poprawy jakości wody. Niemniej, nawet w ostatniej dekadzie wpływ zanieczyszczeń był wyraźny na st. 1–9 w związku z działalnością mleczarni we wsi Pilica, galwanizerni w Wierbce i licznych szamb rozlokowanych wzdłuż brzegów rzeki.

Na obserwowany stan ryb ocieplenie klimatu raczej nie ma istotnego wpływu. Jedynie brak opadów w drugiej połowie lata i wczesną jesienią może przyczyniać się do ograniczenia populacji ryb, ze względu na utrzymujące się niskie stany wód (Fot. 3 i 4). Ryby uwięzione w nielicznych zagłębieniach są łatwe do schwytania przez kłusowników, używających zwykłych siatek i ościeni. Niski poziom wody nastęrczał również wielu trudności podczas wykonywania niniejszych badań, gdyż łódź często osiadała na mieliznach (Fot. 3).

Za ważne dla odbudowującego się rybostanu uważamy: 1) wzrost liczby ryb stwierdzanych średnio na stanowisku do poziomu nigdy wcześniej nie notowanego, 2) wyraźny wzrost populacji ryb reofilnych, w tym miętusa,

piekielnicy, jelca oraz głowacza białopłetwego, 3) dalsze utrzymanie się brzany na większości stanowisk poniżej zbiornika, 4) najwyższą w historii badań stałość występowania różanki, oraz 5) obecność dużych kleni, jazi i szczupaków w liczbie nawet kilkunastu lub kilkudziesięciu osobników w wielu próbach.

W pierwszych trzech dekadach liczebność ryb w standardowym elektropołowie stopniowo lekko spadała, by w latach 90. osiągnąć ponad pięciokrotnie niższą wartość. Jednak jedna pełna dekada, przy postępującej poprawie jakości wody, wystarczyła, aby średnia liczba ryb na stanowisku wzrosła siedmiokrotnie i osiągnęła najwyższą zarejestrowaną dotąd wartość, oraz aby można było mówić o regeneracji nawet długo żyjących gatunków ryb.

Wyraźny wzrost stałości występowania wielu gatunków ryb reofilnych świadczy o zdecydowanej poprawie jakości środowiska wodnego. Ryby te charakteryzują się wysokimi wymaganiami środowiskowymi, w szczególności tlenowymi (Holčík i inni 1989) i ich występowanie jest ściśle powiązane z czystością wody (Kruk i Przybylski 2005). Również obecność dużych osobników, w tym wypadku klenia, jazia i szczupaka, jest uznawana za przejaw stabilności środowiska (Warwick 1986).

Wcześniejsze publikacje (Penczak 1996, Marszał i Przybylski 1996) sugerowały, że brzanie grozi drastyczne obniżenie liczebności lub wręcz zanik w rzekach Polski środkowej. Tymczasem brzana nie tylko utrzymała, ale nieznacznie zwiększyła stałość występowania w porównaniu do poprzedniej dekady badań.

Pstrąg potokowy pojawił się w latach 60. w dopływach górnej Pilicy. Nie wiadomo, czy był również w górnym biegu Pilicy, gdyż wtedy nie był on badany. W drugiej dekadzie nie był jednak obecny, a w trzech następnych zasiedlał ten sam źródłowy odcinek Pilicy. Sądzymy, że jego obecność utrzymywana jest wyłącznie poprzez systematyczne zarybienia. Nie można wykluczyć, że niewielka część populacji to uciekinierzy ze stawów hodowlanych, usytuowanych w źródłowym odcinku Pilicy. W ten sam sposób należy wytłumaczyć obecność pojedynczych osobników amura białego, pstrąga tęczowego i jesiotra.

Fakt, że węgorza nie złowiono ani powyżej ani poniżej zbiornika świadczy, że napotyka on na przeszkody zlokalizowane na Wiśle poniżej ujścia Pilicy tj. tamę Zbiornika Włocławskiego i silne zanieczyszczenie wody w okolicy Płocka (Backiel i Bontemps 1986). Zarówno bariery fizyczne, jak i chemiczne odpowiadają za blokowanie wędrówek wstępujących młodych węgorzy (Backiel 1985). Wprowadzony do polskich wód sumik karłowaty, liczny w latach 60., w kolejnych dekadach stawał się coraz radszym gatunkiem. Zaniknął w latach 90., aby ponownie pojawić się w ostatniej dekadzie. Jego losy przedstawiają się podobnie w zlewni Warty (Penczak i inni 2004).

W wielu rzekach Europy płoć w ostatnich latach stała się dominantem z powodu niskiego stopnia wyspecjalizowania, sprzyjającemu wzrostowi populacji w niestabilnych warunkach (Schiemer i Wieser 1992, Kruk i Penczak 2003). Penczak i Koszalińska (1993) wykazali, że w zdegradowanych średnich i dużych rzekach, gdy zanikają inne gatunki, płoć zajmuje pierwsze miejsce pod względem liczebności.

Bogate populacje jazia przywrócił Pilicy Polski Związek Wędkarski w wyniku intensywnej i kilkuletniej akcji zarybieniowej. Ilościowy wzrost innych gatunków odbył się przeważnie w sposób naturalny (Penczak 1996) lub z niewielkim udziałem człowieka.

#### **PODZIĘKOWANIA**

*Za udział w badaniach terenowych dziękujemy studentom z kierunku Ochrona Środowiska: Adamowi Kowalczykowi, Tomaszowi Krukowi, Bartłomiejowi Wojtyrze i Krzysztofowi Kowalskiemu. Koledze Łukaszowi Głowackiemu dziękujemy za weryfikację tekstów angielskich. Badania finansowane przez Komitet Badań Naukowych (nr projektu KBN 3 P04G 06 225) i Polski Związek Wędkarski.*

#### **6. SUMMARY**

In 2003–2005 electrofishing and examination of water quality were conducted at 64 sites along the 342 km long Pilica River (Fig. 1) and a morphometric description of the sites was made (Tab. 1). Altogether 37 taxons (usually 11–15 per sample) were recorded (Fig. 2). The dominants were roach, perch, spined loach and Ukrainian lamprey.

The present sampling was compared with other fishery researches conducted at four previous decadal intervals (1965, 1968–1972, 1984–1985, 1994–1995), for all of which unification of sampling methods (electrofishing, catch per unit effort) was retained. In 1973 a big reservoir was constructed in the middle course of the river, which together with the dam of the Włocławek Reservoir on the Vistula (the parent river of the Pilica system) caused the extirpation of migratory species. However, the main human impact on fish populations was connected with releasing of huge amounts of sewage to the channel at a few points since the 1960s till 1989, especially at the end of this period, which resulted in declines in rheophilic species and in increasing dominance of roach and perch (Fig. 3, Tab. 2).

After 1990 till the present sampling water quality was gradually improving, which was reflected in the increase of the number of species (from 30 to 37, see Appendix), number of fish per sample (from 66 to 493 individuals) and in the biodiversity of community structure (Tab. 2). Roach and perch continued to be dominants but were no longer the exclusive ones. The populations of many rheophils, including burbot, spiralin, dace and bullhead clearly increased (Fig. 3). Ide recovered owing to stocking



conducted by anglers. Other species increased as a result of natural regeneration and immigration from the Pilica tributaries or from the Vistula.

## 7. LITERATURA

- Allan J. D. 1998. Ekologia wód płynących. PWN, Warszawa, ss. 450.
- Backiel T. 1985. Fall of migratory fish populations and changes in commercial fisheries in impounded rivers in Poland. ss. 28–41 (W: Habitat Modification and Freshwater Fisheries Proceedings of a Symposium of the European Inland Fisheries Advisory Commission. Red. J. S. Alabaster). Butterworths, FAO, Londyn.
- Backiel T., Bontemps S. 1996. The recruitment success of *Vimba vimba* transferred over a dam. J. Fish Biol., 48, 992–995.
- 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.
- Bartel R. 1997. Jak zarybiamy i czy tak dalej można? ss. 11–28 (W: Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów. Red. T. Backiel). Wydawnictwo PZW, Warszawa.
- Błachuta J., Witkowski A. 1997. Problemy gospodarki wędkarskiej w rzekach. ss. 11–28 (W: Wędkarstwo w ochronie ryb i rybostanów. Red. T. Backiel). Wydawnictwo PZW, Warszawa.
- Connel J. H., Sousa W. P. 1983. On the evidence needed to judge ecological stability or persistence. Am. Nat., 121, 789–824.
- Gliwicz J. 1992. Różnorodność biologiczna: nowa koncepcja ochrony przyrody. Wiad. ekol., 38, 211–219.
- Holčík J., Bănărescu P., Evans D. 1989. General introduction to fishes. ss. 18–147 (W: The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1, Part II. Red. J. Holčík). AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Kotusz J., Witkowski A., Błachuta J., Kuszniierz J. 2001. Stan ichtiofauny górnego i środkowego dorzecza Odry. Roczn. Nauk. PZW, 14 / Suplement, 297–310.
- Kruk A., Penczak T. 2003. Impoundment impact on populations of facultative riverine fish. Ann. Limnol. – Int. J. Lim., 39, 197–210.
- Kruk A., Penczak T., Przybylski M. 2001. Wieloletnie zmiany w ichtiofaunie górnego biegu Warty. Roczn. Nauk. PZW, 14 / Suplement, 189–211.
- Kruk A., Przybylski M. 2005. Występowanie ryb w odcinkach Warty o różnym stopniu degradacji. Roczn. Nauk. PZW, 18, 47–57.
- Marszał L., Przybylski M. 1996. Zagrożone i rzadkie ryby Polski Środkowej. Zool. Pol., 41/Suplement, 61–72.
- Matthews W. J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman and Hall, Int. Thomson Publ., New York, ss. 736.
- Penczak T. 1968. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część Ib. Hydrografia i rybostan Pilicy i jej dopływów. Acta Hydrobiol., 4, 499–524.
- Penczak T. 1988. Ichtiofauna dorzecza Pilicy. Część I. Przed utworzeniem zbiornika. Roczn. Nauk. PZW, 1, 23–59.
- Penczak T. 1989. Ichtiofauna dorzecza Pilicy. Część II. Po utworzeniu zbiornika. Roczn. Nauk. PZW, 2, 116–186.
- Penczak T. 1996. Natural regeneration of endangered fish populations in the Pilica drainage basin after reducing human impacts. ss. 121–133 (W: Conservation of Endangered

- Freshwater Fish in Europe. Red. A. Kirchhofer i D. Hefti). *Advances in Life Sciences*, Birkhäuser Verlag, Basel–Boston–Berlin.
- Penczak T., Galicka W., Głowacki Ł., Koszaliński H., Kruk A., Zięba G., Kostrzewa J., Marszał L. 2004. Fish assemblage changes relative to environmental factors and time in the Warta River, Poland, and its oxbow lakes. *J. Fish Biol.*, 64, 483–501.
- Penczak T., Koszalińska M. 1993. Populations of dominant fish species in the Narew River under human impacts. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 40, 1, 59–75.
- Penczak T., Kruk A. 1999. Applicability of the abundance/biomass comparison method for detecting human impacts on fish populations in the Pilica River, Poland. *Fish. Res.*, 39, 229–240.
- Penczak T., Marszał L., Kruk A., Koszaliński H., Kostrzewa J., Zaczyński A. 1996. Monitoring ichtiofauny dorzecza Pilicy. Część II. Pilica. *Rocz. Nauk. PZW*, 9, 91–104.
- Przybylski M. 1997. Monitoring ichtiofauny rzek. ss. 29–40 (W: *Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów*, Red. T. Backiel). Wydawnictwo PZW, Warszawa.
- Schiemer F., Wieser W. 1992. Epiloque: food and feeding ecomorphology, energy, assimilation and conversion in cyprinids. *Env. Biol. Fish.*, 33, 223–227.
- Spellerberg I. F. 1991. *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press, Cambridge, ss. 334.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. *Dz. U.* z 2004 r. Nr 92, poz. 880, z 2005 r. Nr 113, poz. 954, Nr 130, poz. 1087.
- Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. *Dz. U.* z 1991 r. Nr 77, poz. 335, z 2006 r. Nr 71, poz. 496.
- Warwick R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92, 557–562.

## APENDYKS / APPENDIX

Lista gatunków ryb i minogów odłowionych w Pilicy; grupy rozrodcze według Balona (1990).

List of fish and lamprey species captured in the Pilica River; reproductive guilds according to Balon (1990).

**Niepilnujące, jaja rozproszone na odkrytym podłożu (A.1)**

Non-guarding and open substratum eggs scattering (A.1)

**pelagofile (A.1.1)**

pelagophils (A.1.1) *Ctenopharyngodon idella* amur biały / grass carp  
Valenciennes

**lito-pelagofile****(A.1.2)**

litho-pelagophils *Lota lota* (L.) miętus / burbot  
(A.1.2)

**litofile (A.1.3)**

lithophils (A.1.3)

lithophils (A.1.3)

*Alburnoides bipunctatus* (Bloch) piekielnica / spirlin  
*Aspius aspius* (L.) boleń / asp  
*Chondrostoma nasus* (L.) świnka / nase  
*Barbus barbus* (L.) brzana / barbel  
*Leuciscus cephalus* (L.) kleń / chub

**fito-litofile (A.1.4)**

phyto-lithophils

(A.1.4)

*Leuciscus leuciscus* (L.) jelec / dace  
*Leuciscus idus* (L.) jaż / ide  
*Rutilus rutilus* (L.) płoć / roach  
*Alburnus alburnus* (L.) ukleja / bleak  
*Abramis brama* (L.) leszcz / bream  
*Blicca bjoerkna* (L.) krap / silver bream  
*Perca fluviatilis* L. okoń / perch  
*Gymnocephalus cernuus* (L.) jazgarz / ruffe

**fitofile (A.1.5)**

phytophils (A.1.5)

*Esox lucius* L. szczupak / pike  
*Scardinius erythrophthalmus* (L.) wzdreğa / rudd  
*Tinca tinca* (L.) lin / tench  
*Cyprinus carpio* L. karp / carp  
*Carassius gibelio* (Bloch) karaś srebrzysty / gibel  
*Misgurnus fossilis* (L.) piskorz / mud loach  
*Cobitis taenia* (L.) koza / spined loach  
*Sabanejewia aurata* (Filippi) koza złotawa / golden loach

**psammofile (A.1.6)**

psammophils (A.1.6.)	<i>Barbatula barbatula</i> (L.)	śliz / stone loach
	<i>Gobio gobio</i> (L.)	kiełb / gudgeon

**Niepilnujące, wylęg ukryty (A.2)**

Non-guarding and brood hiding (A.2)

**litofile (A.2.3)**

lithophils (A.2.3)	<i>Lampetra planeri</i> (Bloch)	minóg strumieniowy / brook lamprey
	<i>Eudontomyzon mariae</i> (Berg)	minóg ukraiński / Ukrainian lamprey
	<i>Salmo trutta</i> m. <i>fario</i> L.	pstrąg potokowy / brown trout
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum	pstrąg tęczy / rainbow trout
	<i>Acipenser</i> sp.	jesiotr / sturgeon

**ostrakofile (A.2.4)**

ostracophils (A.2.4)	<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas)	różanka / bitterling
----------------------	----------------------------------	----------------------

**Pilnujące, wylęg dozorowany (B.1)**

Guarding and clutch tending (B.1)

**fitofile (B.1.4)**

phytophils (B.1.4)	<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel)	ślonecznica / sunbleak
	<i>Silurus glanis</i> L.	sum / wels

**Pilnujące i gniazdujące (B.2)**

Guarding and nesting (B. 2)

**ariadnofile (B.2.4)**

ariadnophils (B.2.4)	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	ciernik / three-spined stickleback
----------------------	----------------------------------	---------------------------------------

**fitofile (B.2.5)**

phytophils (B.2.5)	<i>Sander lucioperca</i> (L.)	sandacz / zander
--------------------	-------------------------------	------------------

**speleofile (B.2.7)**

spelophils (B.2.7)	<i>Cottus gobio</i> L.	głowacz białopłetwy / bullhead
	<i>Ictalurus nebulosus</i> (Le Seur)	sumik karłowaty / brown bullhead



**Fot. 1.** Naturalny, meandrujący fragment Pilicy na st. 45, z zadrzewioną wyspą.  
**Photo. 1.** Natural, meandering fragment of the Pilica River reach at site 45, with a forested island.



**Fot. 2.** Fragment Pilicy z wyspą i zwalonym drzewem (st. 46).  
**Photo 2.** A reach of the Pilica River with an island and a fallen tree (site 46).



**Fot. 3.** Płytką Pilica latem (st. 44). Podczas elektropólów konieczne było spychanie łodzi z licznych mielizn wiosłem pychowym i anodami.

**Photo 3.** The shallow Pilica River in summer (site 44). During electrofishing the boat had to be pushed aside from numerous shallows with oars and anode dip-nets.



**Fot. 4.** Wyruszające się piaszczyste łachy na st. 44.

**Photo 4.** Emerging sandy islands at site 44.