

ŁUKASZ GŁOWACKI*, GRZEGORZ ZIĘBA, DARIUSZ PIETRASZEWSKI,
MARIUSZ TSZYDEL, SZYMON TYBULCZUK, DAGMARA BŁOŃSKA,
ANDRZEJ KRUK, KACPER PYRZANOWSKI, MARTA LEŚNIAK,
BARTOSZ JANIC, TADEUSZ PENCZAK

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

FISH FAUNA OF THE PILICA RIVER CATCHMENT IN THE SIXTH DECADE
OF STUDY. PART I. PILICA RIVER

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

ABSTRACT

In 2014–2017 electrofishing surveys were conducted at several dozen sites located along the 332.5 km long Pilica River, Central Poland. The surveys constituted the sixth cycle of research in the river, and followed electrofishing cycles carried out in five previous decades. In the six cycles, a catch per unit effort method was used on all sampling occasions, which makes fish and lamprey data of the surveys comparable, both within and between the decades.

* Autor do korespondencji: lukasz.glowacki@biol.uni.lodz.pl (Łukasz Głowacki).

The period between the fifth (2003–2005) and sixth cycles of surveys was also the first decade of Poland's membership in the European Union, which was preceded by a decade of Poland's adjustment to the membership (1995–2004). The adjustment period was a period of deep economic and social, but also of nature conservation changes in the history of Poland. These changes have been reflected in an improvement of the state of the Pilica River's fish fauna. Unfortunately, in the membership decade the fish fauna did not significantly improve, while water quality variables in the sixth cycle assumed values that were worse than those in the fifth cycle. Few rheophilic species became more widespread and/or abundant between the fifth and sixth cycles, while a few rheophilic species have declined. An increase of the total species number has occurred, but it was a result of the establishment of several non-native species. At least one of them was invasive and its fast spread was the first such case in the history of the river.

Key words: long-term monitoring, rheophils and limnophils, eurytopic and ostracophilic species, native and non-native species, occurrence stability and abundance, dominance.

1. WSTĘP

Rezultaty szóstej dekady badań ichtiofauny rzeki Pilicy, które przedstawione są w niniejszej pracy, stanowią wynik monitoringu przyrodniczego realizowanego przez Katedrę Ekologii i Zoologii Kręgowców (wcześniej pod nieco inną nazwą) Uniwersytetu Łódzkiego od lat 1960. Celem monitoringu rzeki Pilicy (a także ichtiofauny jej zlewni, która przedstawiana była i będzie w innych pracach) jest inwentaryzacja gatunków ryb i minogów oraz określenie zmian w różnorodności biologicznej/gatunkowej tej rzeki. Od lat 1970. badania każdego cyklu wykonywano dekadę po poprzednich, a idee, które przyświecały badającym, były takie same wcześniej jak i obecnie. Pierwszą z tych idei jest potrzeba zachowania różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach życia biologicznego, która określona została zarówno w wielu pracach naukowo-badawczych (Penczak i inni 2006), jak i w licznych dokumentach administracyjnych.

Najważniejsze z tych dokumentów to Ustawa [...] o inspekcji ochrony środowiska (1991), Ustawa [...] o ochronie zwierząt (1997), Ustawa [...] Prawo ochrony środowiska (2001), Ustawa [...] o ochronie przyrody (2004), Ustawa [...] Prawo wodne (2017) oraz Ustawa [...] o gatunkach obcych (2021), a także Dyrektywa [...] w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych [...] (1992). Na podstawie powyższych i innych dokumentów, państwowych i międzynarodowych, realizowane są przedsięwzięcia dotyczące ochrony przyrody, a cykle badań dorzecza Pilicy stanowią jedno z nich, bowiem dorzecze to było włączone do państwowego monitoringu środowiska (Przybylski 1997), powołanego w ramach Ustawy [...] o inspekcji ochrony środowiska (1991), a także na mocy ratyfikowanej w roku 1996 przez Polskę Konwencji o różnorodności biologicznej [...] (1992). Celem tej konwencji jest ochrona różnorodności biologicznej, zrównoważone użytkowanie jej elementów oraz ucziwi

i sprawiedliwy podział korzyści wynikających z wykorzystywania zasobów genetycznych.

Drugą ideą jest potrzeba realizacji celów Polskiego Związku Wędkarskiego, który stara się zapewnić wędkarzom i ich jednostkom organizacyjnym różnych szczebli dostęp do rzetelnej wiedzy dotyczącej stanu i zmian w rybostanach polskich rzek i zbiorników wód powierzchniowych. Wiedza ta jest podstawą optymalnych zarybień i innych działań na korzyść środowiska wędkarzy i ochrony zasobów ryb. Dane potrzebne do osiągnięcia wspomnianych celów powinny być zbierane z zastosowaniem metodycznie jednolitych elektropólów (Penczak 1967, Backiel i Penczak 1989, Przybylski 1997), w wyniku których możliwe jest śledzenie zmian w strukturze ichtiofauny zachodzących w ciągu kilku dekad.

Okres 10-letnich odstępów pomiędzy cyklami badań dostarcza jedynie informacji o zmianach długookresowych (Penczak 2008), ale są one szczególnie istotne. Jest ku temu kilka powodów. Po pierwsze, w czasie dekady następuje pełna wymiana pokoleniowa nawet długo żyjących gatunków (Penczak i inni 1996), a więc otrzymujemy bardziej kompletne dane dotyczące efektywności rozrodu i rekrutacji gatunków (Przybylski 1994, Przybylski 1997, Penczak 2008). Po drugie, badania takie są optymalne z logistycznego i finansowego punktu widzenia, bowiem częstsze pochłaniałyby zbyt duże ilości czasu i środków w stosunku do osiąganych efektów. Po trzecie, wpływ zmian antropogenicznych i klimatycznych odbija się na populacjach ryb i minogów zwykle i najsilniej dopiero w okresach wieloletnich (Spellerberg 2005, Penczak i Kruk 2000, Penczak i inni 2006).

Ostatnie dwa cykle badań Pilicy posiadają szczególne znaczenie, ponieważ zostały przeprowadzone wraz z końcem dwóch dekad, które były wyjątkowo ważne w historii Polski. Pierwszy z tych cykli (badania piątej dekady) przypadł na koniec okresu, w którym następowało dostosowywanie Polski do przystąpienia do Wspólnoty/Unii Europejskiej, a drugi (badania szóstej dekady) przypadł na koniec pierwszej dekady członkostwa w tej organizacji. W trakcie obu okresów, czyli w latach 1995–2015, dochód narodowy kraju wzrósł kilkakrotnie (World Bank Group 2022), co było wynikiem wdrożenia wielu programów społecznych i ekonomicznych. Towarzyszyły im programy dotyczące środowiska przyrodniczego, takie jak m.in. włączenie Polski do Europejskiej Sieci Obszarów Chronionych Natura 2000 (Dyrektywa [...] w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych [...] 1992, Jażdżewski i inni 2014). Rzeka Pilica przepływa przez kilka obszarów tej sieci, a na jednym z nich (Dolina Dolnej Pilicy) ochroną objęto szereg gatunków ryb i minogów.

Patrząc na monitoring z nieco innego i bardziej ogólnego punktu widzenia, nie ulega wątpliwości, że wiele programów unijnych mogło być ze sobą częściowo niespójnych pod względem założonych celów, jak na przykład rozwój transportu czy energetyki i ochrona środowiska (Geerlings i Stead 2003, Hintz i Relyea 2019). Wynika stąd, że obecnie badania monitoringowe są szczególnie ważne, bowiem umożliwiają na przykład określenie, jak meta-

populacje zwierząt reagowały na szybkie, głębokie i przebiegające w różnych kierunkach transformacje środowiska społeczno-gospodarczego, które miały miejsce we wspomnianych dwóch dekadach.

Celem niniejszej pracy jest więc przedstawienie i analiza wyników połowów ryb i minogów wykonanych na rzece Pilicy w szóstej dekadzie, czyli w latach 2014–2017, i porównanie ich z analogicznymi danymi piątej dekady, wykonanymi w latach 2003–2005. Wyniki badań pozostałych części zlewni zostaną przedstawione w kolejnych publikacjach.

2. TEREN BADAŃ

Pilica jest rzeką o długości 332,5 km i powierzchni dorzecza wynoszącej 9258 km² (Czarnecka 2005, KMPHP 2007), stanowiąc największy lewobrzeżny dopływ Wisły (Penczak i inni 2006). Będąc dopływem środkowego biegu Wisły, jest ona generalnie rzeką nizinną, jednakże jej górny bieg znajduje się na terenach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, a środkowy płynie przez silnie pagórkowate tereny, będące pozostałością plejstocenijskich i holocenijskich zlodowaceń. W przybliżeniu w połowie długości rzeki znajduje się jedyna istotna konstrukcja hydrotechniczna: tama zbiornika i sam Zbiornik Sulejowski. Uniemożliwiają one wędrówkę organizmów wodnych z dolnego do górnego biegu rzeki ze względu na brak przepławki, a bardzo zwolniony przepływ wody na obszarze zbiornika zmienia warunki bytowania tych organizmów.

Ponieważ wyniki obecnych badań musiały być przedstawione w kontekście wyników wcześniejszych badań, dokonaliśmy sprawdzenia lokalizacji stanowisk pobierania prób ichtiofauny w poprzednich dekadach. Dokładne lokalizacje ustalono w oparciu o zapisy GPS (Global Positioning System), które w badaniach piątej dekady po raz pierwszy wykonano na części stanowisk, oraz analizy nazw miejscowości i dróg dojazdowych do rzeki. W połączeniu z dokładnymi zapisami GPS lokalizacji wszystkich stanowisk wykonanymi w badaniach szóstej dekady, wydawnictwami drukowanymi (Czarnecka 2005), źródłami komputerowymi (KMPHP 2007, program QGIS) i internetowymi (Geoportal, Google Maps i inne systemy informacji geograficznej), do których dostęp uzyskano w kolejnych latach, skorygowano lokalizację stanowisk dla potrzeb badań szóstej dekady oraz obecnej i przyszłych publikacji (Tab. 1, Rys. 1).

Tabela 1. Morfometria stanowisk rzeki Pilicy. Objasnienia: * stanowiska obławiane bez łodzi, ^{a)} w strefie nurtu; ^{b)} odsetek pokrycia dna, pokrycie dna mułem oceniano niezależnie od pozostałych frakcji; ^{c)} odsetek pokrycia linii brzegowej; ^{d)} kryjówki: f – faszyna, g – gałęzie, k – korzenie, pb – podmyty brzeg, s – śmieci, sp – szczeliny pomiędzy płytami betonowymi, zd – zwalone drzewa, zr – inna zwisająca roślinność, zw – zwisająca wiklina; ^{e)} Nat – rzeka naturalna, Natm – rzeka naturalna meandrująca, Reg – koryto regulowane; ^{f)} d – dolina, l – las, ł – łąki, n – nieużytki, p – pastwiska, r – pola uprawne, z – zabudowania; – brak, ● – bardzo mało, + mało, +++ średnio, ++++ dużo, +++++ bardzo dużo.

Table 1. Morphometry of sites of the Pilica River. Explanations: * sites not sampled from a boat, ^{a)} in the current zone; ^{b)} percentage of bed cover, the percentage of bottom covered with mud was estimated independently from the other fractions; ^{c)} percentage of bank cover; ^{d)} shelters: f – fascine, g – branches, k – roots, pb – eroded bank, s – litter, sp – slits between concrete plates, zd – fallen trees, zr – other overhanging plants, zw – overhanging willow branches; ^{e)} Nat – natural river, Natm – meandering natural river, Reg – river canalized; ^{f)} d – valley, l – forest, ł – meadows, n – wasteland, p – pastures, r – cropland, z – buildings; – none, ● – very little, + little, ++ common, +++ abundant, +++++ very abundant.

1.	Numer stanowiska / Site number	1*	2*	3*	4*	5	6	7
2.	Odległość od ujścia [km] / Distance from estuary [km]	329	325	319	311	298	291	280
3.	Data pobrania próby / Sampling date	29.07.14	29.07.14	29.07.14	29.07.14	20.08.15	1.08.14	20.08.15
4.	Średnia szerokość [m] / Mean width [m]	5	6	6	6	8	10	8
5.	^{a)} Średnia (maks.) głębokość [m] / Mean (max.) depth [m]	0,8 (1,1)	0,6 (1,0)	0,6 (1,2)	0,7 (0,9)	0,7 (1,5)	1,0 (> 2,0)	0,7 (1,4)
6.	Głęboczki / Pools	–	+	+++	–	–	+++	–
7.	^{b)} Budowa dna / Piasek [%] / Sand [%]	80	80	100	80	100	94	98
	^{b)} dna / Żwir [%] / Gravel [%]	20	10	0	10	0	0	1
	^{b)} Bottom substrate / Kamienie [%] / Stones [%]	0	10	0	10	0	5	1
	^{b)} Muł [%] / Mud [%]	30	30	10	0	10	1	1
8.	^{b)} Rośliny zanurzone [%] / Submerged plants [%]	100	80	–	5	5	20	3
9.	^{c)} Rośliny wynurzone [%] / Emerged plants [%]	100	80	10	5	90	5	20
10.	^{d)} Kryjówki / Shelters	f,zr	zr	d,g,k,zw	f,pb,s,zr	zr	g,k,pb,s, zd,zr,zw	g,k,sp, zd,zr,zw
11.	Drzewa wzdłuż brzegów (zacienienie [%]) / Trees along banks (canopy [%])	–	–	+++++	●	+	+++	++
12.	^{e)} Charakter koryta rzecznoego / Features of river channel	Reg	Reg	Natm	Natm	Reg	Natm	Natm
13.	^{f)} Tereny przyległe / Adjacent area	ł,n	z	ł,r,z	ł,ł,r,z	1	ł,p	ł,ł,z
14.	pH	7,1	7,2	7,1	7,1	8,9	7,2	8,7
15.	Konduktywność wody [$\mu\text{S cm}^{-1}$] / Water conductivity [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	489	483	493	566	526	570	454

Tabela 1. Ciąg dalszy.**Table 1.** Continued.

1.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.	271	255	245	239	230	220	210	208	203	198
3.	2.08.14	19.08.15	19.08.15	20.08.15	21.08.15	21.08.15	24.08.16	24.08.16	24.08.16	25.08.16
4.	18	7	16	11	15	23	25	25	23	21
5. ^{a)}	0,5 (0,7)	0,9 (1,5)	1,1 (2,2)	0,7 (1,3)	1,0 (> 2,5)	0,8 (> 2,5)	1,2 (3,0)	1,0 (3,0)	0,8 (2,6)	1,0 (3,0)
6.	—	—	++	+	+++	+	+++	+++	++	+
	100	94	90	98	98	96	85	90	100	94
7. ^{b)}	0	5	0	0	1	0	14	10	0	5
	0	1	10	2	1	4	1	0	0	1
	5	5	5	5	5	1	5	5	3	5
8. ^{b)}	3	10	10	3	1	1	5	5	3	5
9. ^{c)}	1	100	50	1	50	50	10	20	20	40
10. ^{d)}	zr	g,k,pb, zd,zr,zw	g,k,pb, zr,zw	g,k,pb, zd,zr	g,k,pb, zd,zr,zw	g,k,zd, zr,zw	g,k,pb, zd,zr	g,zd,zr	g,k,zd,zr	g,pb,zd,zr
11.	—	++	++	•	++	++	+	++	+	+
12. ^{e)}	Reg	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm
13. ^{f)}	l,n,p,z	l,p,r	l,l,n,p,r	l,l,n,p	d,l,n	d,l,r	l,p	l,p	l,n,z	l,l,z
14.	7,0	8,4	8,6	8,7	8,3	8,5	8,2	8,2	8,2	8,2
15.	502	444	443	437	434	413	419	418	418	420

Tabela 1. Ciąg dalszy.

Table 1. Continued.

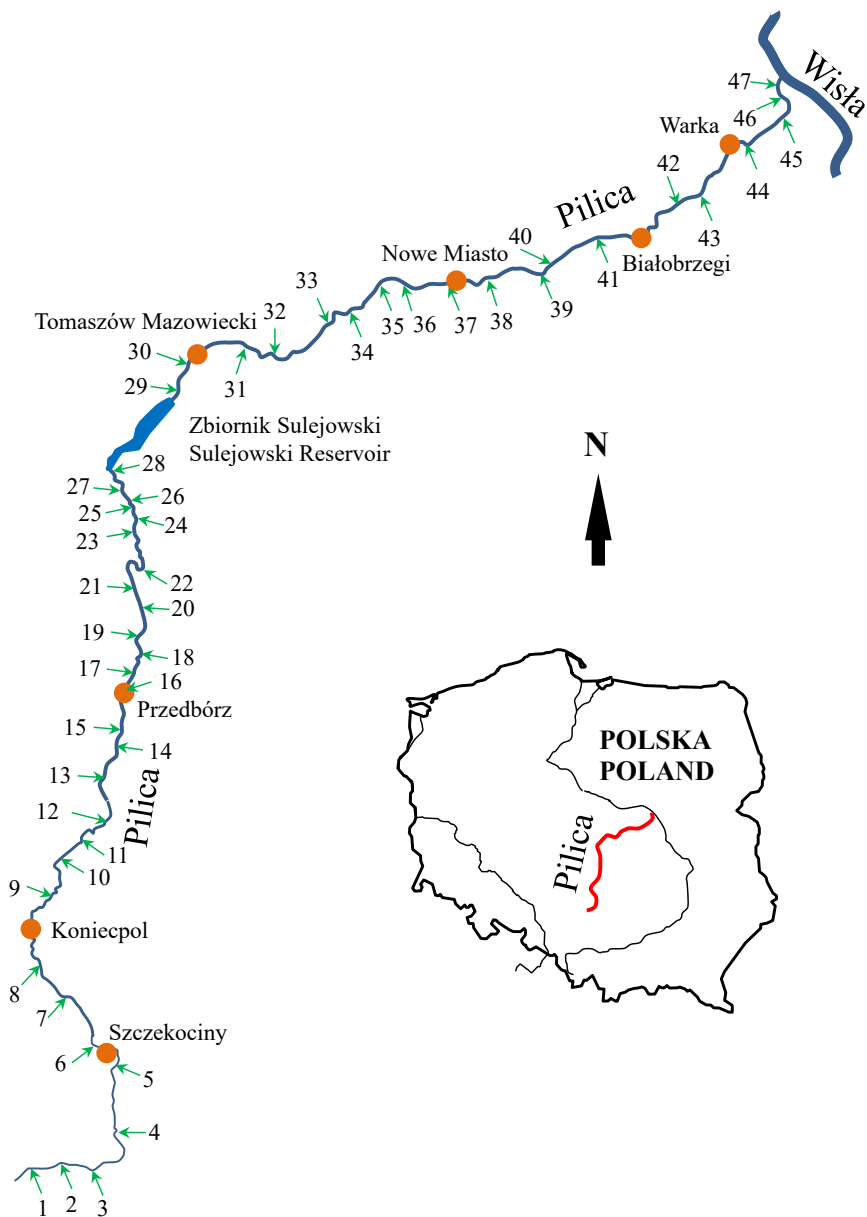
1.	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2.	192	189	184	180	175	169	167	165	164	161
3.	24.08.16	25.08.16	25.08.16	25.08.16	27.08.16	29.08.16	27.08.16	29.08.16	29.08.16	27.09.16
4.	25	35	35	40	40	42	40	45	50	45
5. a)	0,8 (2,5)	0,5 (2,0)	0,4 (1,5)	0,4 (1,2)	1,2 (3,0)	0,4 (2,0)	0,8 (1,8)	0,3 (1,2)	0,4 (1,5)	0,8 (2,0)
6.	++++	++	+	+	++	+++	+++	++	++	+++
	89	98	100	98	95	100	98	98	99	98
7. b)	10	1	0	1	3	0	1	2	0	1
	1	1	0	1	2	0	1	0	1	1
	5	1	1	1	1	1	1	5	1	1
8. b)	5	1	1	1	5	1	1	5	1	1
9. c)	20	50	60	50	60	50	40	10	30	30
10. d)	g,k, zd,zr,zw	g,k, zd,zr	zd,zr	g,zr	g,zd,zr	g,k, zd,zr,zw	g,k, zd,zr,zw	g,k, zd,zr,zw	g,zr	g,k,pb, zd,zr
11.	++	++++	+	●	++	++++	+++	++	++	+++
12. e)	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm
13. f)	l,n	1	l,n	l,l	d,l	1	l,n,za	l,n	l,n	d,l,n
14.	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2
15.	415	411	413	413	408	405	405	406	404	391

Tabela 1. Ciąg dalszy.**Table 1.** Continued.

1.	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
2.	156	136	131	120	114	101	97	91	88	81
3.	27.09.16	23.08.16	23.08.16	19.07.16	19.07.16	24.08.17	24.08.17	24.08.17	24.08.17	28.08.17
4.	60	60	40	45	40	80	47	52	67,5	65
5. ^{a)}	0,9 (2,0)	2,0 (> 3,5)	1,5 (> 3,5)	1,3 (3,0)	1,0 (2,0)	0,4 (0,9)	0,6 (1,5)	0,4 (1,2)	0,6 (1,5)	0,8 (1,8)
6.	+++	●	–	+	–	+	+	–	+	+
	98	50	70	90	95	95	98	100	98	99
7. ^{b)}	1	35	10	5	4	5	2	0	1	1
	1	15	10	5	1	0	0	0	1	0
	5	1	1	5	5	0	1	1	1	1
8. ^{b)}	1	25	5	5	10	1	1	1	1	1
9. ^{c)}	50	20	1	10	20	1	10	10	30	80
10. ^{d)}	g,zd,zr	zr	g,k,sp, zd,zw	g,k,pb,s, zd,zr,zw	k,zr,zw	g,k,zr,zw	g,pb, zd,zr	g,pb,zr	g,pb, zd,zr,zw	g,zd,zr,zw
11.	++	+	++++	+++++	++++	●	●	●	++	+++
12. ^{e)}	Natm	Natm	Reg	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm
13. ^{f)}	d,l,z	l,n	d,l,n,z	1	d,l,n,r	l,n,z	d,l,z	d,l,p,z	d,l,r	d,l,n,z
14.	8,4	8,5	8,5	7,9	8,0	8,6	8,7	8,7	8,8	8,5
15.	381	322	323	353	348	371	369	370	367	376

Tabela 1. Ciąg dalszy.**Table 1.** Continued.

1.	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
2.	75	62	56	51	33	26	16	9	4	1
3.	28.08.17	28.08.17	30.08.17	30.08.17	29.08.17	29.08.17	29.08.17	23.08.17	23.08.17	23.08.17
4.	85	75	72	70	75	71	41	73	60	58
5. ^{a)}	0,6 (1,3)	0,9 (> 2,5)	0,9 (1,3)	0,9 (2,0)	0,6 (2,6)	0,9 (> 2,5)	0,9 (2,0)	0,8 (1,5)	0,9 (1,8)	1,0 (2,0)
6.	–	+	•	+	•	+	+	+	–	+
	97	98	100	99	100	98	99	94	98	95
7. ^{b)}	0	1	0	0	0	1	0	5	1	1
	3	1	0	1	0	1	1	1	1	4
	1	1	2	1	5	1	1	1	1	1
8. ^{b)}	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
9. ^{c)}	60	40	40	30	40	20	50	40	50	70
10. ^{d)}	zd,zr,zw	zd,zr,zw	g,k,zr,zw	g,k,zd, zr,zw	g,k,zd, zr,zw	g,zd, zr,zw	g,k,zd, zr,zw	g,k,pb, zd,zr,zw	g,k,pb, zd,zr,zw	g,k,pb, zd,zr
11.	++	•	+	++++	++++	+	+++	++++	+++	++++
12. ^{e)}	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Natm	Nat
13. ^{f)}	d,l,l,n	d,p,r	l,p,n,z	n,r,z	l,n,z	l	l,n,z	d,l,n,r	l,n	l
14.	8,6	8,6	8,4	8,3	8,5	8,6	8,5	8,3	8,4	8,3
15.	367	369	379	386	387	384	385	395	388	383



Rys. 1. Stanowiska poboru prób wzdłuż biegu rzeki Pilicy.

Fig. 1. Fish sampling sites along the Pilica River.

Koryto Pilicy od ujścia Uniejówki do Pilicy do ujścia Pilicy do Wisły meandruje tak jak w poprzednich dekadach, szczególnie silnie na odcinku do Zb. Sulejowskiego, i jest zbliżone do naturalnego. Od badań wykonanych w piątej dekadzie nie przybyło na rzece wałów przeciwpowodziowych, tam i innych hydrokonstrukcji. Postępuje jednak zabudowa brzegów i terenów w pobliżu rzeki, coraz bardziej utrudniając, a często uniemożliwiając przeprowadzenie badań w pożądanym miejscach ze względu na brak możliwości dojechania do rzeki pojazdem, szczególnie dwuśladowym.

3. MATERIAŁ I METODY

Badania ichtiofauny rzeki Pilicy na stanowiskach opisanych i analizowanych w niniejszej pracy przeprowadzono w kilku letnich oraz jesiennych terminach lat 2014–2017. Zamierzono zbadać te same 64 stanowiska, które zbadano w piątej dekadzie, aby uzyskać maksymalnie dokładny i jednolity materiał porównawczy. Jednakże trudności logistyczne, takie jak postępująca zabudowa i niedostępność terenów przybrzeżnych uniemożliwiły zbadanie kilkunastu stanowisk. Zamiast nich obłowiono natomiast kilka nowych, znajdujących się w innych miejscach. W celu najbardziej wiarygodnego porównania danych szóstej dekady z danymi piątej w niniejszej pracy uwzględniono wszystkie 47 stanowisk na rzece Pilicy, które zbadane zostały w tych samych lub bardzo zbliżonych miejscach w obu dekadach.

Daty połowu ryb w rzece Pilicy w szóstej dekadzie badań oraz charakterystyki poszczególnych stanowisk, takie jak położenie i tereny przyległe, dane morfometryczne, roślinność oraz cechy fizyczne wody przedstawione są w Tab. 1. Na stanowisku używano miernika WTW Multiline P4 (tak jak w piątej dekadzie) informującego o wartościach pH i konduktywności wody. Stosowano pełną unifikację metod połowu z metodami stosowanymi w poprzednich dekadach (Penczak i inni 2006). W źródłowym odcinku Pilicy brodzono na zwykle 100-metrowych odcinkach, a każdy z dwóch łowiących używał anodoczerpaka podłączonego kablami o długości 50 metrów do agregatu prądotwórczego umieszczonego na brzegu rzeki. Natomiast w splawnym korycie łowiono z łodzi, zwykle na odcinku 500 metrów, stosując również dwa anodoczerpaki z tą różnicą, że zasilane one były agregatem umieszczonym na łodzi. W obu przypadkach korzystano z prądu dwupółówkowego wyprostowanego (230 V) o mocy 3 kW (Penczak 1988). Złowione ryby i minogi natychmiast po podebraniu anodoczerpakiem umieszczano w napełnionym wodą pojemniku niesionym przez trzeciego łowiącego w przypadku brodzenia lub w pojemniku (beczce) z wodą znajdującą się na łodzi w przypadku płynięcia. Po dostarczeniu na brzeg ryby i minogi identyfikowano do gatunku oraz mierzone ich długość, ważono i uwalniano do rzeki.

Wyniki elektropołowów szóstej dekady badań i ich porównania z wynikami piątej dekady przedstawiono dla całej rzeki (47 stanowisk) oraz w podziale na jej górny (28 stanowisk powyżej Zb. Sulejowskiego) i dolny bieg (19 sta-

nowisk poniżej Zb. Sulejowskiego). Dla każdego gatunku obliczono indeks stałości występowania, czyli ocenę areалу danego gatunku, $C = n_i/N \times 100$, gdzie n_i – liczba stanowisk z gatunkiem i , a N – liczba wszystkich stanowisk. Przedstawione zmiany arealów są (procentowymi) różnicami, a nie proporcjami liczby stanowisk zajmowanych w piątej i szóstej dekadzie badań.

Porównanie liczebności gatunków pomiędzy piątą i szóstą dekadą oparto na zamianie absolutnych liczebności gatunków na udziały procentowe każdego gatunku w całkowitej liczebności ryb i minogów w danej dekadzie w całej rzece oraz oddzielnie w jej górnym i dolnym biegu. Stąd przedstawione zmiany pomiędzy dekadami są zmianami udziałów w 100% z dekady na dekadę. Nie są one natomiast zmianami bezwzględnych wartości liczebności danego gatunku ani ilorazami (bezwzględnych lub procentowych) liczebności w obu dekadach.

Wszystkie liczebności ryb i minogów podane są w przeliczeniu na 500 m linii brzegowej. W tym celu stanowiska, na których łowiono po obu brzegach, brodząc na 100-metrowym odcinku, potraktowano tak jak obłowione na 200 m po jednym brzegu, tj. otrzymane z nich wyniki pomnożono przez 2,5 (lub przez inny właściwy współczynnik, jeżeli długość stanowiska była inna). W przypadku łowienia z łodzi na odcinku innym niż 500 m otrzymane liczebności również korygowano tak, aby otrzymać liczebność na 500 m linii brzegowej.

Zarówno arealy, jak i liczebności poszczególnych gatunków ryb i minogów omawiane są, biorąc pod uwagę głównie ich grupy środowiskowe (habitatowe). Grupy te wyszczególnione zostały ze względu na rodzaj zamieszkiwanych wód. Są nimi: D – grupa diadromiczna, część stadiów życiowych w wodach śródlądowych, a część w morzu, E – eurytopowa (ubikwistyczna, wszędobylska), różne rodzaje wód śródlądowych, L – limnofilna, preferowane środowiska wód stojących, Ra – całkowicie reofilna (prądolubna), wszystkie stadia życiowe ograniczone do rzeki głównej, Rb – zasadniczo reofilna (prądolubna), większość cyklu życiowego w rzece głównej, ale niektóre stadia życiowe ograniczone do starorzeczy i dopływów.

Kategoryzacja gatunków ryb i minogów złowionych w szóstej dekadzie badań podana jest w Apendyksie wraz z polskimi, naukowymi (łacińskimi) i angielskimi nazwami gatunków (Penczak i inni 2006, Penczak i inni 2007, <http://www.fishbase.se> (dostęp sierpień 2017)) oraz przynależnością do danej kategorii. Kategorie te (wraz z autorami odnośnych publikacji) są następujące: status (Grabowska i inni 2010, Przybylski i inni 2020), grupa środowiskowa (habitat) (Schiemer i Waidbacher 1992), gildia rozrodcza (Balon 1990, Przybylski i inni 2020), kategoria zagrożenia w dorzeczu Wisły (Witkowski i inni 2009) i status ochronny IUCN (Witkowski i inni 2009).

Gatunek *Sabanejewia baltica* Witkowski 1994 (nazwa polska: koza bałtycka) jest tym samym gatunkiem, który w piątej dekadzie badań (Penczak i inni 2006), a także w badaniach wcześniejszych dekad nosił nazwę *Sabanejewia aurata* (De Filippi 1865) (nazwa polska: koza złotawa). Zmiana nazwy jest wynikiem nowych badań (Witkowski 1994, Kottelat i Freyhof 2007, <http://www.fishbase.se> (dostęp sierpień 2017)).

W obecnej pracy gatunkami dominującymi (dominantami) określano gatunki o największych liczebnościach, bez żadnej definicji cezurę determinującej dychotomię na dominanty i pozostałe gatunki. Podobnie w przypadku arealu/stałości występowania nie przyjęto ścisłej definicji gatunków bardzo powszechnych/rozpowszechnionych i mało powszechnych/rozpowszechnionych.

Ze względu na bardzo długie nazwy niektórych dokumentów administracyjnych, cytowanych w pracy (decyzji, dyrektyw, konwencji, rozporządzeń, sprawozdań i ustaw), ich tytuły w tekście zostały podane w skróconej formie, a w pełnej formie jedynie w Literaturze.

4. WYNIKI I DYSKUSJA

Jakość wody i jej zmiany pomiędzy piątą i szóstą dekadą badań

Jakość wody w rzece jest jednym z głównych czynników determinujących stan jej ichtiofauny. Administracyjnym czynnikiem wymuszającym poprawę tej jakości jest Dyrektywa [...] dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (1991), nakazująca stopniowe wdrażanie do roku 2027 oczyszczania ścieków przed ich uwolnieniem do rzek. Polska stosuje się do zaleceń tej dyrektywy. Już w czasie badań piątej dekady rzeki Pilicy (Penczak i inni 2006) nie zanotowano gwałtownych wzrostów zanieczyszczenia z punktowych źródeł obserwowanych wcześniej (Penczak 1968, 1988, 1989, 1996, Penczak i Kruk 1999, Penczak i inni 2004), a ogólna jakość wody polepszyła się w stosunku do czwartej dekady badań. Ponieważ obecnie samorządy polskich gmin wdrożyły Dyrektywę [...] dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (1991) w 87%, o 10% lepiej niż wynosi średnia UE (WISE [...] 2022), w badaniach szóstej dekady należało spodziewać się dalszego polepszenia jakości wody. Niestety państwowy monitoring wód powierzchniowych jest ograniczony (Głowacki i inni 2021), a szczegółowe dane europejskie z ostatniego okresu są także niedostępne (Ósme sprawozdanie [...] na temat wykonania [...] dyrektywy [...] dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych 2016). Z powyższych powodów w celu określenia zmian w jakości wody pomiędzy piątą i szóstą dekadą opieramy się na własnych pomiarach, przeprowadzonych w czasie pobierania prób ryb.

Za ogólne wskaźniki jakości wody przyjąć można konduktywność (Allan 1998) oraz pH (EIFAC 1969). Ogólny wzorzec konduktywności wzdłuż Pilicy w szóstej dekadzie był podobny do tego w piątej. Najwyższe wartości notowano mianowicie do ok. 100. km biegu (czyli do ok. 230. km, licząc od ujścia), potem niższe do Zb. Sulejowskiego (cofka na ok. 150. km od ujścia) i jeszcze niższe od tamy zbiornika (137 km biegu od ujścia) do ujścia Pilicy do Wisły (Tab. 1). Średnia wartość konduktywności w górnym biegu ($442,2 \mu\text{S cm}^{-1}$) była istotnie wyższa niż w dolnym ($359,8 \mu\text{S cm}^{-1}$) (jednostronny test t dla nierównych wariancji, $P < 0,001$; $df = 39$), podobnie jak w piątej dekadzie. Jednakże wielkość efektu tej różnicy w szóstej dekadzie była statystycznie znikoma (Hedges' $g = 0,041$) (Hedges 1981), podobnie jak w piątej dekadzie. Ogólny wzorzec pH

wzdłuż biegu rzeki w szóstej dekadzie był natomiast odwrotny w stosunku do wzorca konduktywności, bowiem średnia wartość pH w dolnym (8,46) biegu była wyższa niż w górnym (8,07) (jednostronny test t dla nierównych wariancji, $P < 0,001$; $df = 39$). Wzorzec pH w piątej dekadzie był podobny.

Niestety w szóstej dekadzie nie zaobserwowano spodziewanej poprawy jakości wody. W górnym biegu Pilicy konduktywność była wyższa niż w piątej dekadzie na każdym z 28 badanych stanowisk (czasami przekraczając $500 \mu\text{S cm}^{-1}$), a jej średnia wzrosła o $43,5 \mu\text{S cm}^{-1}$ (z $398,7 \mu\text{S cm}^{-1}$) i okazała się statystycznie istotnie wyższa (jednostronny test t dla równych wariancji, $P = 0,002$; $df = 54$). Wielkość efektu była jednak nieznaczna (Hedges' $g = 0,015$). Wzrost konduktywności mógł mieć jako swoją częściową lub nawet całkowitą przyczynę wyjątkową suszę, wynikający z niej niski poziom wody, a w konsekwencji większą koncentrację elektrolitów w rzece, która spowodowała wyższą konduktywność. Badania górnego biegu prowadzono bowiem w szóstej dekadzie w latach 2014–2016. Rok 2014 był dość suchy, a lata 2015 i 2016 były dwoma najsuchszymi w Polsce, w kategoriach ilości wody odprowadzanej rzekami, od roku 1954. Lata 2015 i 2016 były również o ok. 20% suchsze od lat 2003–2004 (Nasławska-Majchrzak i Żukowska 2019), w których prowadzono badania górnego biegu Pilicy w piątej dekadzie. Ponieważ badania wykonywano w górnym biegu szóstej dekady w różnych terminach, wzrost ten nie mógł mieć charakteru okazjonalnego. Jednakże wzrost konduktywności wyniósł zaledwie około 10%, co sugeruje, że mógł to nie być wzrost trwały, lecz okresowy, wynikający z wyjątkowej suszy i niskich stanów wody.

Niższa średnia konduktywność w dolnym biegu rzeki (czyli poniżej Zb. Sulejowskiego) w szóstej dekadzie w porównaniu z konduktywnością w dolnym biegu w piątej dekadzie zdaje się potwierdzać przypuszczenie o okresowym wroście. Wzrost ten wyniósł bowiem $9,7 \mu\text{S cm}^{-1}$ (do $369,6 \mu\text{S cm}^{-1}$) i nie był istotny statystycznie (jednostronny test t dla równych wariancji, $P = 0,078$; $df = 36$). Wielkość efektu była również znikoma (Hedges' $g = 0,023$). Ta mniejsza różnica w dolnym biegu jest prawdopodobnie wynikiem wykonania pomiarów jakości wody w latach 2016–2017. Rok 2017 był przeciętnym, jeśli chodzi o wilgotność i bardziej mokrym od roku 2005 (Nasławska-Majchrzak i Żukowska 2019), w którym badano dolny bieg Pilicy w piątej dekadzie.

W górnym biegu średnia wartość pH w szóstej dekadzie wzrosła o 0,14 (do wartości 8,07) w stosunku do piątej. Wzrost ten nie był istotny statystycznie (jednostronny test t dla nierównych wariancji, $P = 0,114$; $df = 40$), chociaż wielkość efektu była dość znaczna (Hedges' $g = 0,66$), co może mieć miejsce przy niskiej sile testu. W dolnym biegu pH było natomiast istotnie wyższe w szóstej niż w piątej dekadzie. Średnia wartość pH wzrosła tam o 0,3 (do 8,46), a wzrost był wysoce istotny statystycznie (jednostronny test t dla równych wariancji, $P < 0,001$; $df = 36$). Również wielkość efektu była bardzo wysoka (Hedges' $g = 4,67$). pH jest skalą logarymiczną o podstawie 10, co oznacza że różnica 0,3 odzwierciedla około 2-krotny wzrost ilości (lub intensywności) zanieczyszczeń. Wzrost ten w szóstej dekadzie nie mógł być wynikiem np. suszy i dlatego

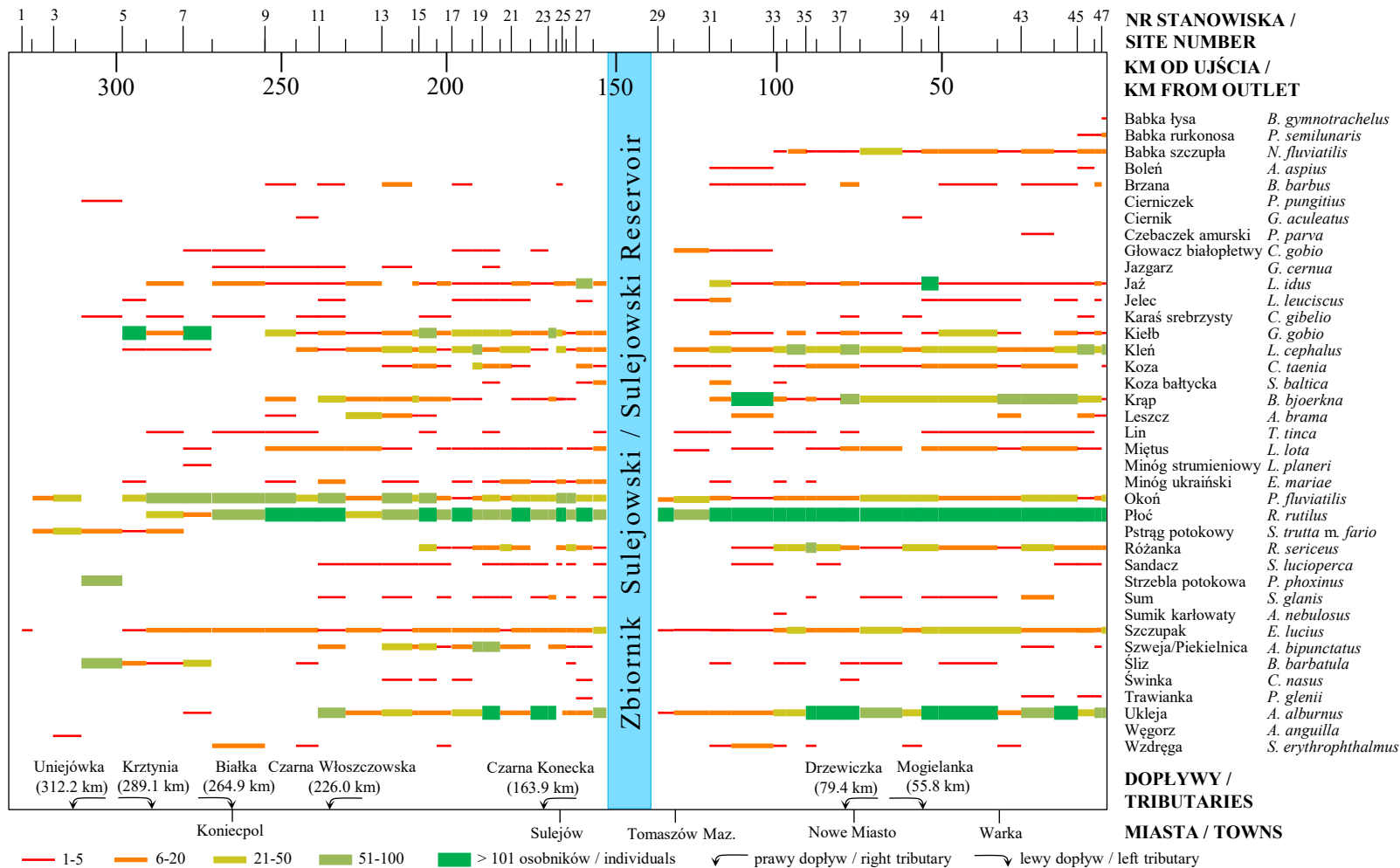
można podejrzewać, że nie jest on okresowy, lecz jest przejawem długotrwałego procesu, np. zwiększonego dopływu ścieków bytowych.

Zaobserwowane pogorszenie jakości wody w Pilicy prawdopodobnie nie miało jednak istotnego wpływu na ryby. Inaczej mówiąc jego istotność biologiczna i ekologiczna była znikoma, na co wskazują wyniki innych autorów otrzymywane w badaniach dotyczących wpływu konduktywności i pH na ryby. Zmiany konduktywności pomiędzy 230 i 540 $\mu\text{S cm}^{-1}$, a więc w szerszym zakresie niż obserwowane w obecnych badaniach, nie są co prawda dla ryb obojętne, jednakże nie są również jednoznacznie szkodliwe (Morgan II i inni 2012). Natomiast wartości pH w przedziale 6,5–9,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ są optymalne dla większości gatunków ryb i minogów (Alabaster i Lloyd 1982), o ile stężenie dwutlenku węgla w wodzie nie przekracza 100 mg l^{-1} , i dopiero wartości powyżej 9,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ wywierają negatywny wpływ na ryby łososiowate i okonia (EIFAC 1969). Tymczasem wartości powyżej 9,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ oraz poniżej 6,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nie zanotowaliśmy na żadnym stanowisku w szóstej dekadzie badań.

Liczby gatunków oraz arealy i liczebności gatunków w szóstej dekadzie badań

W szóstej dekadzie stwierdzono na 47 stanowiskach rzeki Pilicy (Rys. 1) występowanie 39 gatunków ryb i minogów (Apendyks, Rys. 2), po 33 w każdym z biegów rzeki. Całkowita liczebność wyniosła 16027 osobników (po przeliczeniu na 500 m linii brzegowej), z czego 7123 w górnym, a 8904 w dolnym biegu.

Ichtiofauna była uboga w gatunki i osobniki jedynie na pierwszych trzech stanowiskach od źródeł (poniżej czterech gatunków i poniżej 100 osobników na każdym z nich) (Rys. 2). Dość niskie, lecz zmienne, liczby gatunków (średnia 7,3, odch. stan. 4,3, dominanta 10, zakres 1–13) utrzymywały się jednak do st. 10, czyli do miejsca dopływu pierwszej większej rzeki, Czarnej Włoszczowskiej (Rys. 2). Choć liczebności na całym tym odcinku (czyli na stanowiskach 1–10) były dość wysokie (średnia 166,4), to jednak bardzo zmienne (odch. stan. 112,8, zakres 3–331). Od st. 11 do st. 28 (czyli do Zb. Sulejowskiego) nastąpił wzrost liczb gatunków i zmniejszyła się zmienność ich liczb pomiędzy stanowiskami (średnia 14,6, odch. stan. 2,3, dominanta 15, zakres 11–19). Podobnie wzrosły liczebności, jak i (relatywnie) zmalała ich zmienność pomiędzy stanowiskami (średnia 303,3, odch. stan. 115,3, brak dominanty, zakres 140–582). Od Zb. Sulejowskiego do ujścia Pilicy do Wisły (czyli na st. 29–47) liczby gatunków na stanowiskach zwiększyły się niewiele w stosunku do st. 11–28 (średnia 14,8, odch. stan. 3,35, dominanta 17, zakres 4–18), lecz liczebności gatunków wzrosły znacznie (średnia 468,6, odch. stan. 143,3, brak dominanty, zakres 175–862). Dominanta liczby gatunków w całej rzece wyniosła 16 (zakres 1–19), średnia liczebność 341, a odchylenie standardowe liczebności 171,3.



Rys. 2. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu rzeki Pilicy. Patrz opis w tekście.

Fig. 2. Fish and lamprey species distribution along the Pilica River. See explanation in the text.

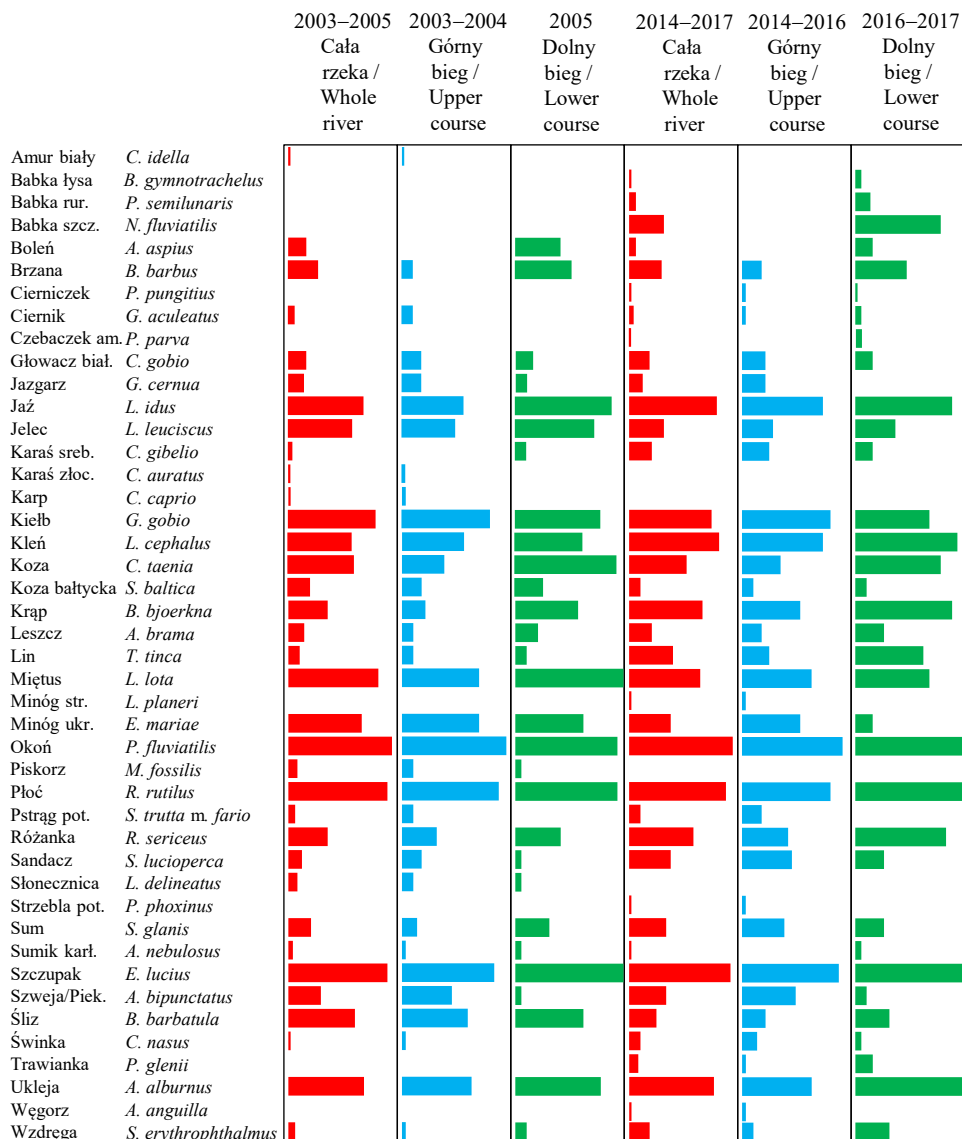
Okoń, szczupak i płoć wykazały najwyższe stałości występowania, czyli posiadały największe areale. Wyniosły one odpowiednio 95,7, 93,6 i 89,4% (Rys. 3), w całej Pilicy. Natomiast okoń i szczupak (odpowiednio 92,9 i 89,3%), a w nieco mniejszym stopniu kiełb i płoć (oba po 82,1%), posiadały największe areale w górnym biegu. Jedynie w dolnym biegu zanotowano 100% areala występowania. Dotyczyły one aż czterech gatunków: okonia, płoci, szczupaka i uklei. Nie istniała jednak żadna cezura, tj. zdecydowana różnica w stałości występowania, pomiędzy nimi a kolejnymi, mniej rozpowszechnionymi gatunkami, ani pomiędzy jakimikolwiek innymi w całej ichtiofaunie Pilicy lub w którymkolwiek z jej biegów (Rys. 3). Na uwagę zasługuje wystąpienie wśród najpowszechniejszych gatunków w górnym biegu rzeki kiełbia, gatunku całkowicie reofilnego (Rys. 3), bowiem wszystkie pozostałe z tych najpowszechniejszych były gatunkami eurytopowymi.

Zdecydowanymi dominantami w liczebności były płoć, ukleja i okoń, zarówno w całej rzece (odpowiednio 38,3, 17,2 i 8,9%) (Apendyks), jak i w górnym biegu (odpowiednio 26,5, 16,4 i 15,2%). Jednakże w dolnym biegu trzecim dominantem stał się kleń, gatunek całkowicie reofilny, choć jego liczebność stanowiła tylko 6,9% całkowitej liczebności tego biegu, przy 47,9% liczebności płoci i 17,9% uklei. Tak więc do pierwszej trójki dominantów liczebnościowych w jednym z biegów rzeki (i podobnie jak w przypadku najpowszechniejszych gatunków w dolnym) wszedł jeden gatunek reofilny.

Sumaryczna liczebność gatunków reofilnych (Ra i Rb) była w całej Pilicy o wiele niższa niż pozostałych (L, E i E,D) i wyniosła 20,7%. Jednakże udział tych pierwszych osiągnął 30,9% w górnym i 12,6% w dolnym biegu rzeki. Liczebności dominantów pomiędzy biegami także się różniły. U okonia liczebność w górnym biegu zdecydowanie przeważała nad jego liczebnością w dolnym biegu, u płoci i klenia liczebności w dolnym biegu dominowały nad ich liczebnościami w górnym biegu, a u uklei liczebności w obu biegach były prawie takie same. Biegi Pilicy różniły się także proporcjami gatunków rodzimych i obcych (Apendyks). Liczba rodzimych wyniosła 31 (93,9%) i obcych 2 (6,1%) w górnym biegu, a odpowiednio 26 (78,8%) i 7 (21,2%) w dolnym biegu.

Zmiany gatunków pomiędzy piątą i szóstą dekadą badań

Liczba gatunków zarejestrowanych w Pilicy w szóstej dekadzie była o cztery wyższa niż w piątej w całej rzece (kiedy stwierdzono 35). Była również o cztery wyższa niż w piątej dekadzie w dolnym biegu (kiedy stwierdzono 29) oraz taka sama (33) w górnym biegu. Nowymi gatunkami w szóstej dekadzie były: babka lysa, babka rurkonosa, babka szczupła, cierniczek, czebaczek amurski, minóg strumieniowy, strzebla potokowa, trawianka i węgorz (Apendyks, Rys. 2–6). Niestety aż pięć z nich to gatunki obce, a węgorz, gatunek rodzimy, pochodził z zarybień, bowiem schwytano go powyżej Zb. Sulejowskiego, na którym nie ma przepławki: nie mógł więc być naturalnym migrantem. Inwazja nowych gatunków obcych postępuje od strony Wisły, gdyż liczebności tych gatunków maleją wraz z posuwaniem się w górę biegu Pilicy od jej ujścia.



Rys. 3. Porównanie indeksu stałości występowania (%), czyli arealów gatunków ryb i minogów, pomiędzy piątą (2003–2005) i szóstą (2014–2017) dekadą badań w całej rzece Pilicy oraz w podziale na górny (powyżej Zbiornika Sulejowskiego) i dolny bieg rzeki.

Fig. 3. Comparison of the index of occurrence stability (%), i.e. fish and lamprey species' occurrence ranges, between the fifth (2003–2005) and sixth (2014–2017) decades of investigations in the whole Pilica, and in the upper (upstream of the Sulejów Reservoir) and lower courses of the river.

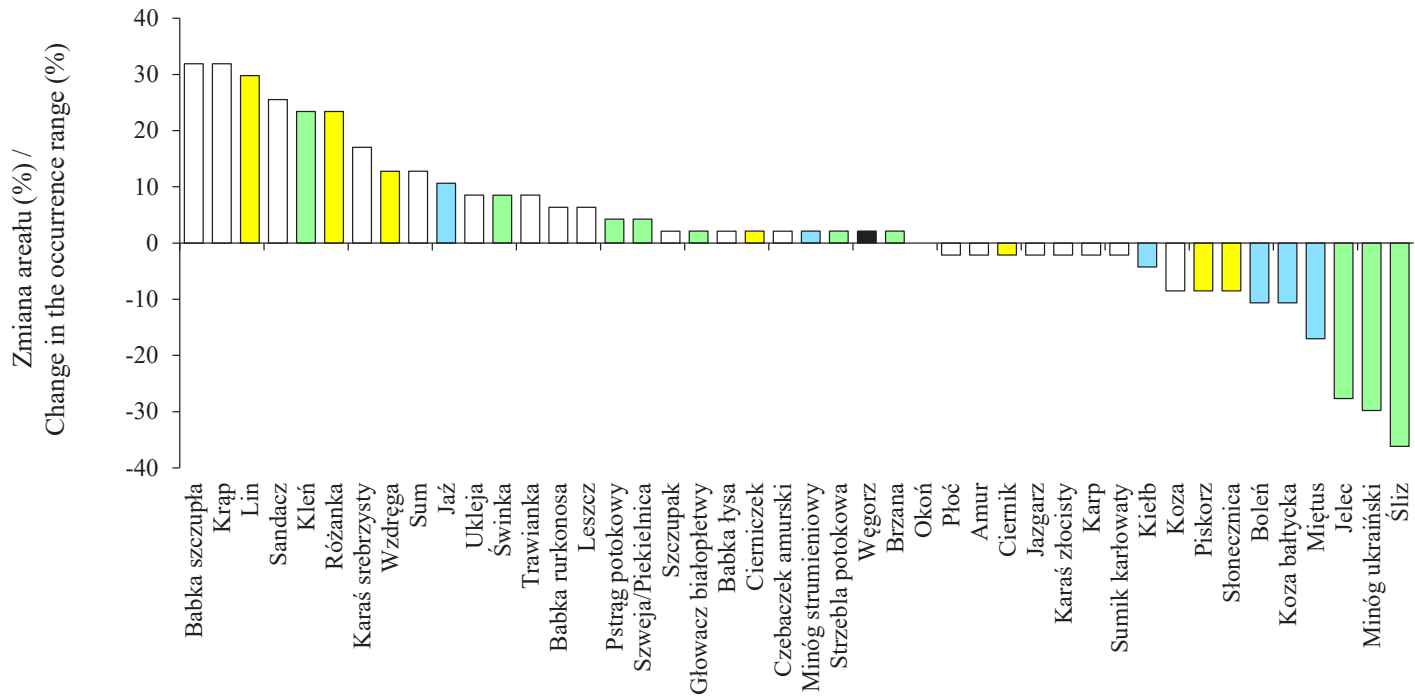
Do piątej dekady rzeka z powodzeniem opierała się ustanowieniu (a wskutek tego także inwazji) nowych gatunków obcych (Głowacki i Penczak 2013), a stosunkowo nieliczne już wówczas zasiedlające rzekę nie wykazywały inwazyjności. Niestety obecnie przynajmniej jeden gatunek obcy, babka szczupła, wykazuje znaczną inwazyjność (Rys. 2–4, 6), co jest złym prognostykiem na przyszłość, ponieważ stwarza możliwość, że w ślad za tym gatunkiem nastąpi inwazja innych w wyniku procesu nazywanego „inwazjonal meltdown” (Simberloff i Von Holle 1999). W procesie tym pierwszy gatunek inwazyjny ułatwia inwazję kolejnym, na przykład poprzez zmianę łańcucha pokarmowego w środowisku. „Inwazjonal meltdown” nie zawsze musi jednak wystąpić, pomimo udanej inwazji pierwszego gatunku obcego (Głowacki i inni 2021).

Pozytywną zmianą w stosunku do badań piątej dekady jest natomiast złowienie w Pilicy strzebli potokowej, a przede wszystkim minoga strumieniowego (Rys. 2–5), gatunku zagrożonego w zlewni Wisły (Witkowski i inni 2009). W szóstej dekadzie nie zanotowano jednak następujących gatunków złowionych w piątej: amur, karaś złocisty, karp, piskorz i słonecznica. O ile pierwsze trzy z tych pięciu to gatunki, które były w piątej dekadzie prawdopodobnie przypadkowymi uciekinierami z hodowli, o tyle brak piskorza i słonecznicy, które w piątej dekadzie były złowione na kilku stanowiskach zarówno powyżej, jak i poniżej Zb. Sulejowskiego, choć w niewielkich liczebnościach, może być oznaką zaniku ich populacji.

Zmiany arealów gatunków i grup środowiskowych pomiędzy piątą i szóstą dekadą badań

Procentowe porównanie stałości występowania badanych obecnie i w poprzedniej dekadzie ryb i minogów przedstawione jest dla całej Pilicy oraz dla jej górnego i dolnego biegu na Rys. 3. Ponieważ zmiany, szczególnie dotyczące poszczególnych grup środowiskowych, są tam trudno uchwytne, na Rys. 4–6 przedstawiono zmiany stałości występowania (arealów) pomiędzy dekadami, rozpoczynając od gatunku, który maksymalnie zwiększył swój areal, a kończąc na gatunku, który maksymalnie go zmniejszył, zaznaczając jednocześnie przynależność gatunków do grup środowiskowych.

Prawie wszystkie gatunki zmieniły swoje arealy, biorąc pod uwagę całą rzekę (Rys. 4), lecz część z nich w bardzo niewielkim stopniu. Średnia zmiana liczby stanowisk wyniosła 4,9 stanowiska (odch. stan. 4,9, dominanta 1, zakres od -17 do 15) (w kategoriach procentowych, tzn. przyjmując liczbę 47 stanowisk za 100%, wartości te wynoszą odpowiednio 10,5, 10,5, 2,1 i od -36,2 do 31,9%). Jednakże o ile w górnym biegu Pilicy powyższe wartości wyniosły odpowiednio 2,8, 2,6, 1 i od -11 do 9 (procentowo (28 stanowisk równe 100%) 10,1, 9,4, 3,6 i od -39,3 do 32,1%), o tyle w dolnym osiągnęły odpowiednio 3,3, 3,4, 1 i od -9 do 15 (procentowo (19 stanowisk równe 100%) 17,4, 17,7, 5,3 i od -47,4 do 78,9%). Zmiany arealów pomiędzy piątą a szóstą dekadą były więc większe, w kategoriach bezwzględnych, a szczególnie procentowych, w dolnym niż w górnym biegu rzeki.



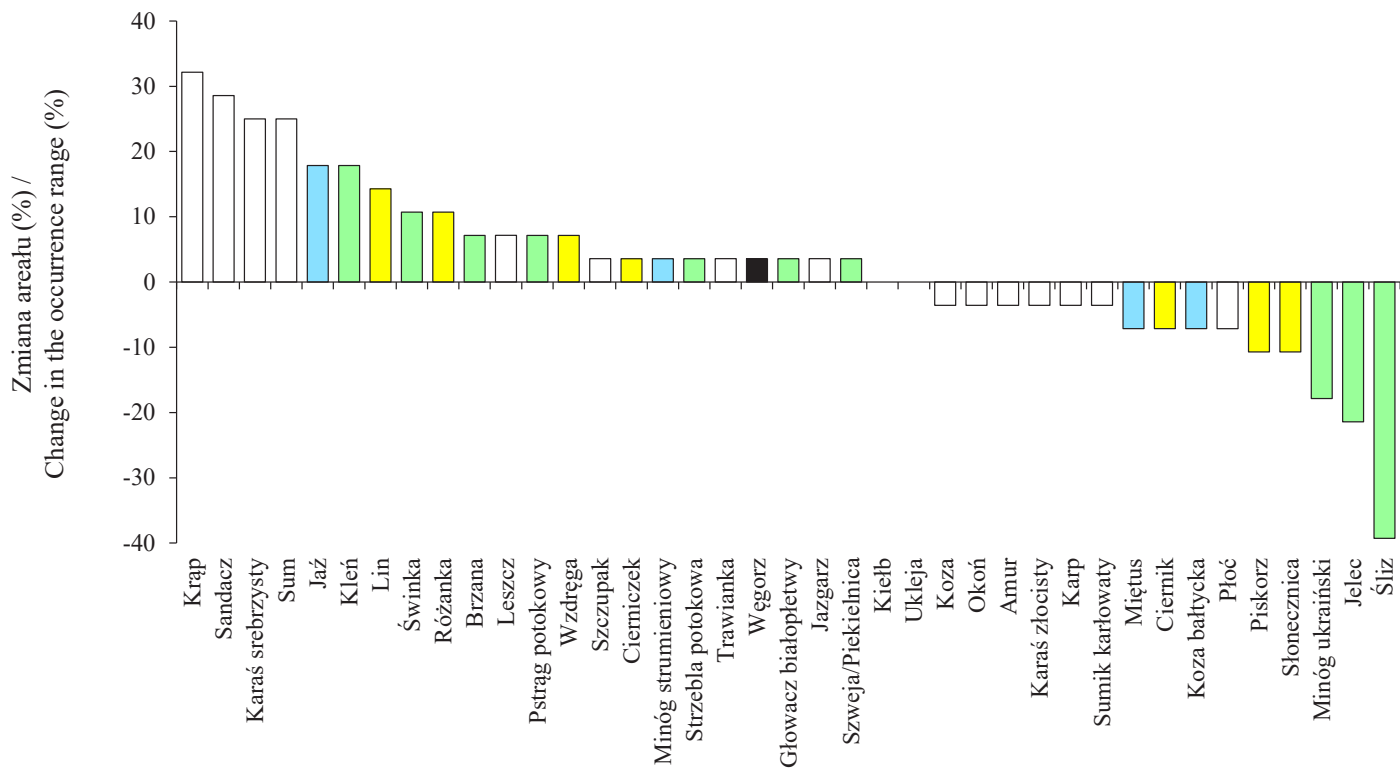
Rys. 4. Procentowe zmiany w arealach (stałości występowania) gatunków ryb i minogów w rzece Pilicy pomiędzy piątą (2003–2005) i szóstą (2014–2017) dekadą badań. Gatunki grupy E,D są koloru czarnego, E – białego, L – żółtego, Ra – zielonego i Rb – niebieskiego (opis grup w tekście i Apendyksie).

Fig. 4. Percent changes in the occurrence ranges (occurrence stability) of fish and lamprey species in the Pilica River between the fifth (2003–2005) and sixth (2014–2017) decades of investigations. Group E,D species are black, E – white, L – yellow, Ra – green and Rb – blue (description of groups in the text and Appendix).

Liczba nowych wystąpień (czyli pojawienia się gatunków na nowych stanowiskach) w całej rzece wyniosła 134, a liczba utraconych wystąpień 83. Wskazuje to, że średnia liczba gatunków na stanowisku wzrosła pomiędzy piątą i szóstą dekadą. Wzrost ten w istocie nastąpił, a średnia liczba gatunków na stanowisku wyniosła 13,15 (odch. stan. 4,4, dominanta 16, zakres 1–19) w szóstej dekadzie w stosunku do 12,06 (odch. stan. 4,0, dominanta 13, zakres 0–18) w piątej.

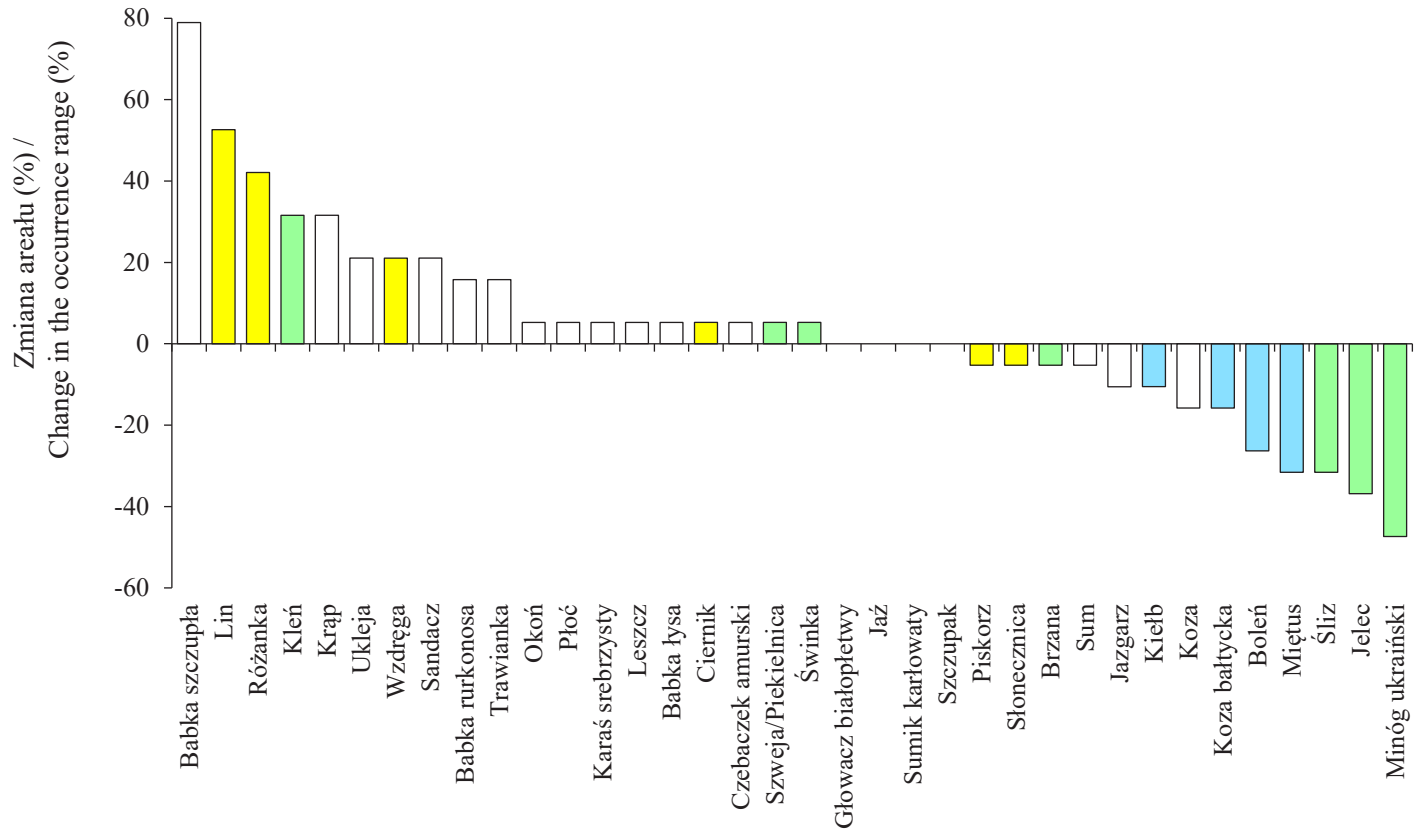
Liczba nowych wystąpień o ponad połowę przeważała nad utraconymi wystąpieniami również w obu biegach rzeki (Rys. 5, 6). Zaskakującym faktem jest jednak wyższa liczba nowych wystąpień oraz wyższa liczba utraconych wystąpień w dolnym niż w górnym biegu pomimo o wiele mniejszej liczby badanych stanowisk w dolnym biegu. Wskazuje to, że nieznanne czynniki oddziaływały silniej pozytywnie na niektóre gatunki i silniej negatywnie na inne w dolnym biegu niż w górnym. Jednym z takich czynników mogła być inwazja gatunków obcych w dolnym biegu. Ta różnica w nowych i utraconych wystąpieniach mogła znaleźć odzwierciedlenie w różnych średnich liczb gatunków na stanowisku w biegach i dekadach. Odnośne różnice średnich okazały się jednak nieistotne statystycznie (dwustronny test t dla nierównych wariancji, $P = 0,454$, $df = 54$ w górnym biegu oraz $P = 0,174$, $df = 33$ w dolnym biegu).

Gatunki eurytopowe, które występowały powszechnie od początku badań Pilicy (płoci, okonia, szczupaka i uklei), zmieniły swoje areale w minimalnym stopniu lub żadnym, zarówno w całej rzece, jak i w poszczególnych biegach (Rys. 3–6). Jedynym gatunkiem, który nie zmienił liczby zajmowanych stanowisk w całej rzece (a minimalnie w poszczególnych biegach) jest okoń, co zaskakuje, uwzględniając, że jest to gatunek, który najbardziej zmniejszył swoją liczebność w całej ichtiofaunie Pilicy. Tymczasem gatunkami, które najbardziej rozszerzyły swoje areale, okazały się te gatunki eurytopowe i limnofilne, które w piątej dekadzie były średnio rozpowszechnione lub nieobecne (babka szczupła): aż pięć takich gatunków (babka szczupła, krap, lin, sandacz i różanka) zyskało po dziesięć i więcej nowych stanowisk w całej rzece (odpowiednio 31,9, 31,9, 29,8, 25,5 i 23,4%). Jednakże zmiany te znacznie różniły się pomiędzy biegami rzeki i wyniosły: w górnym biegu odpowiednio 0, 32,1, 14,3, 28,6 i 10,7%, a w dolnym odpowiednio 78,9, 31,6, 52,6, 21,1 i 42,1%.



Rys. 5. Procentowe zmiany w arealach (stałości występowania) gatunków ryb i minogów w górnym biegu (powyżej Zb. Sulejowskiego) rzeki Pilicy pomiędzy piątą (2003–2004) i szóstą (2014–2016) dekadą badań. Gatunki grupy E,D są koloru czarnego, E – białego, L – żółtego, Ra – zielonego i Rb – niebieskiego (opis grup w tekście i Apendyksie).

Fig. 5. Percent changes in the occurrence ranges (occurrence stability) of fish and lamprey species in the upper course (upstream of the Sulejowski Reservoir) of the Pilica River between the fifth (2003–2004) and sixth (2014–2016) decades of investigations. Group E,D species are black, E – white, L – yellow, Ra – green and Rb – blue (description of groups in the text and Appendix).



Rys. 6. Procentowe zmiany w arealach (stałości występowania) gatunków ryb i minogów w dolnym biegu (poniżej Zb. Sulejowskiego) rzeki Pilicy pomiędzy piątą (2005) i szóstą (2016–2017) dekadą badań. Gatunki grupy E są koloru białego, L – żółtego, Ra – zielonego i Rb – niebieskiego (opis grup w tekście i Apendyksie).

Fig. 6. Percent changes in the occurrence ranges (occurrence stability) of fish and lamprey species in the lower course (downstream of the Sulejowski Reservoir) of the Pilica River between the fifth (2005) and sixth (2016–2017) decades of investigations. Group E species are white, L – yellow, Ra – green and Rb – blue (description of groups in the text and Appendix).

Jedynym gatunkiem reofilnym, który znacznie powiększył swój areal w całej rzece (Fig. 4), o 11 stanowisk (23,4%), był kleń, choć powiększenie jego areалу było procentowo prawie dwukrotnie większe w dolnym biegu (6 stanowisk, 31,6%) niż w górnym (5 stanowisk, 17,9%). Gatunkami, które najbardziej zmniejszyły swoje arealy, były gatunki reofilne, szczególnie całkowicie reofilne (śliz, minóg ukraiński i jelec), z których każdy stracił ponad dziesięć stanowisk (odpowiednio 36,2, 29,8 i 27,7%), oraz zasadniczo reofilne (miętus, koza bałtycka i boleń), z których każdy stracił pięć lub więcej stanowisk (odpowiednio 17,0, 10,6 i 10,6%). Gatunkami limnofilnymi ze spadkiem areалу były słonecznica i piskorz (których w ogóle nie złowiono w szóstej dekadzie), a eurytopowymi jazgarz, karp, karaś złocisty i sumik karłowaty, jednakże spadki dotyczyły najwyżej kilku procent stanowisk całej rzeki.

Trend do powiększania arealów przez większość gatunków eurytopowych i limnofilnych oraz zmniejszania arealów przez większość gatunków reofilnych wystąpił w biegach Pilicy z różną intensywnością. W górnym biegu (Rys. 5) trend ten jest mniej wyraźny, jeśli chodzi o utratę stanowisk przez gatunki reofilne. Trzy gatunki całkowicie reofilne (śliz, jelec i minóg ukraiński) zmniejszyły tam swoje arealy o pięć lub więcej stanowisk (odpowiednio o 39,3, 21,4 i 17,9%), najwięcej ze wszystkich gatunków w tym biegu, a należy pamiętać, że śliz objęty jest w Polsce ochroną gatunkową (Kotusz 1996). Spadków doświadczyły tylko dwa inne gatunki (zasadniczo) reofilne, miętus i koza bałtycka, lecz w znacznie mniejszym stopniu (oba po 7,1%).

W górnym biegu gatunki reofilne nie przeważały jednak liczebnie wśród tych, które zmniejszyły stałość występowania, bowiem na 15 o zredukowanych arealach tylko pięć było gatunkami reofilnymi (Rys. 5). Przewaga ta zaznaczyła się natomiast w dolnym biegu (Rys. 6), gdzie aż osiem (brzana, kiełb, koza bałtycka, boleń, miętus, śliz, jelec i minóg ukraiński) z trzynastu gatunków, które zmniejszyły swoje arealy, było gatunkami reofilnymi. Największe straty liczby stanowisk poniosły w dolnym biegu ponownie te same trzy gatunki całkowicie reofilne, które doznały tego w górnym biegu (śliz, jelec i minóg ukraiński), lecz z odwróconą w stosunku do ich wartości w górnym biegu rzeki kolejnością procentowej intensywności (odpowiednio o 31,6, 36,8 i 47,4%), czyli każdy utracił po pięć i więcej stanowisk. Spośród tych trzech gatunków jedynie śliz stracił mniej w dolnym biegu niż w górnym. Niewiele mniejszego obniżenia stałości występowania doznały trzy gatunki zasadniczo reofilne: miętus, boleń i koza bałtycka (odpowiednio o 31,6, 26,3 i 15,8%). Choć spadki arealów w dolnym biegu u kozy bałtyckiej i boleń są niższe niż u śliza, minoga ukraińskiego, jelca i miętusa, to przyszłość ich populacji jest podobnie niepewna. Wynika to z faktu, że w górnej Pilicy ostatnie cztery gatunki miały w piątej dekadzie wysokie stałości występowania (odpowiednio 60,7, 71,4, 50,0 i 71,4%), natomiast koza bałtycka i boleń jedynie odpowiednio 27,7 i 21,3%.

Podobnie wygląda różnica pomiędzy biegami Pilicy, jeśli chodzi o powiększanie arealów. O ile w górnym biegu wśród 22 gatunków, które powiększyły

swoje arealy, jeszcze dziewięć było gatunkami reofilnymi (jaz, kleń, świnka, brzana, pstrąg potokowy, głowacz białopłetwy, minóg strumieniowy, strzebla potokowa, szweja/piekielnica) (Rys. 5), to w dolnym biegu na 19 gatunków, które zwiększyły swoje arealy, tylko trzy (kleń, szweja/piekielnica, świnka) były gatunkami reofilnymi (Rys. 6). Wydaje się, że głównym czynnikiem opisanym różnic w zmianach arealów pomiędzy biegami Pilicy jest Zb. Sulejowski (Głowacki i Penczak 2013), który od 50 lat oddziałuje na ichtiofaunę Pilicy, szczególnie jej dolnego biegu. Trzy wynikające z istnienia tego zbiornika czynniki wpływające na ryby są takie same jak we wszystkich innych zbiornikach zaporowych: modyfikacja przepływu, fragmentacja rzeki i zmiana jakości wody.

Babka szczupła okazała się gatunkiem najbardziej ekspansywnym (i inwazyjnym) w dolnym biegu Pilicy, zajmując 78,9% stanowisk tego biegu w szóstej dekadzie przy braku jakiegokolwiek stanowiska w piątej (Rys. 6). Na szczęście ten szkodliwy gatunek nie pojawił się na żadnym stanowisku w górnym biegu. Jedyną pozytywną zmianą stałości występowania w przypadku gatunków limnofilnych był wysoki wzrost areалу różanki (o 23,4% w całej rzece, Rys. 4), który nastąpił przy dość wysokiej stałości jej występowania już w piątej dekadzie (36,2% w całej rzece). Różanka jest jedynym przedstawicielem ostrakofilnej grupy rozrodzkiej w polskiej ichtiofaunie i gatunkiem chronionym na znacznym odcinku Pilicy (Rozporządzenie [...] w sprawie ochrony siedlisk Dolina Dolnej Pilicy (PLH140016) 2017).

Pozytywnymi aspektami zmian występowania gatunków reofilnych są natomiast powiększenia arealów w całej Pilicy u jazia, gatunku zasadniczo reofilnego (o 10,6%), a szczególnie u klenia, gatunku całkowicie reofilnego (o 23,4%) (Rys. 4). Wzrosty te są tym cenniejsze, że miały miejsce przy wysokich stałościach występowania tych gatunków już w piątej dekadzie: 70,2% u jazia i 59,6% u klenia. Niestety u jazia wzrost areалу wystąpił wyłącznie w górnym biegu, o 17,9% (Rys. 5), podczas gdy u klenia dwa razy silniej w dolnym biegu (o 31,6%) niż w górnym (o 17,9%). Dość znaczny wzrost areалу miał też miejsce u świnki (o 8,5%), lecz głównie w górnym biegu i przy bardzo niskim areale w całej rzece w piątej dekadzie (2,1%). Mniejsze powiększenia arealów nastąpiły u całkowicie reofilnych gatunków pstrąga potokowego i szweji/piekielnicy (po 4,3%). Jednakże o ile pstrąg potokowy miał niewielki areal w piątej dekadzie (6,4%), o tyle areal szweji/piekielnicy wynosił aż 29,8%. Minimalnie zwiększyła swój areal brzana (o 2,1%), lecz przy dość wysokiej stałości występowania w piątej dekadzie (27,7%).

Zmiany liczebności gatunków i grup środowiskowych pomiędzy piątą i szóstą dekadą badań

W znacznej mierze inaczej niż zmiany stałości występowania przedstawiają się zmiany w liczebnościach poszczególnych gatunków ryb i minogów oraz ich grup środowiskowych pomiędzy piątą i szóstą dekadą badań. Li-

czebność ryb i minogów złowionych na tych samych 47 stanowiskach w całej Pilicy w szóstej dekadzie stanowiła 70,7% liczebności na tych samych stanowiskach w piątej. Odpowiednie wartości w górnym i dolnym biegu wyniosły 60,2% i 82,1%. Pomimo tych niższych wartości w obecnych badaniach, proporcje gatunków reofilnych (Ra i Rb) i pozostałych (L i E; gatunki E,D nie wystąpiły w piątej dekadzie) pozostały dość podobne w całej rzece. Pierwsze stanowiły o 3,6% mniej (17,1%), a drugie o tyle samo więcej (82,9%) w piątej niż w szóstej dekadzie badań. Wystąpiły jednak znaczne różnice w poszczególnych biegach. W górnym biegu nastąpił obecnie wzrost liczebności gatunków reofilnych (Ra i Rb) do 30,9% (stanowiących w piątej dekadzie tylko 12,2%), podczas gdy w dolnym biegu nastąpił spadek do 12,6% (z 22,5% w piątej dekadzie). Zmieniły się także udziały gatunków obcych w liczbie gatunków. Przypominamy, że o ile nie określono inaczej, przedstawione w tej pracy zmiany liczebności są różnicami, a nie proporcjami liczebności względnej (procentowej) w poszczególnych dekadach.

Dominantami w szóstej dekadzie pozostały prawie te same gatunki eurytopowe, które były nimi w piątej. Płóć utraciła w całej rzece 5,0%, lecz zachowując 38,3% pozostała najważniejszym dominantem tak w całej rzece, jak i w obu jej biegach. Tymczasem drugi dominant piątej dekady, okoń, doznał największego procentowego spadku liczebności wśród wszystkich gatunków: jego udział w liczebności całej Pilicy w szóstej dekadzie obniżył się o 13,5% w stosunku do liczebności piątej dekady i wyniósł 8,9%. Ponieważ spadkowi liczebności okonia towarzyszył wzrost o 9,3% procentowej liczebności uklei (do 17,2%), trzeciego dominanta w piątej dekadzie, okoń i ukleja zamieniły się drugim i trzecim miejscem dominacji w liczebności wszystkich gatunków w całej rzece w szóstej dekadzie. Spadki liczebności płoci i okonia wystąpiły głównie w górnym biegu Pilicy (odpowiednio o 16,0% i 23,2%). Jeszcze jednym gatunkiem eurytopowym o znacznym wzroście arealu (o 4,3%, z 0,3% w piątej dekadzie) był krap. Wśród gatunków limnofilnych znaczny wzrost w całej rzece (z 0,9% w piątej dekadzie do 2,3% w szóstej), i szczególnie w dolnym biegu, zanotowała jedynie różanka. Wzrost o 4,6% (przy 1,2% udziału w piątej dekadzie) uzyskał też kleń, gatunek całkowicie reofilny, oraz kiełb, gatunek zasadniczo reofilny: wzrost o 4,2%, przy 1,6% w piątej dekadzie. Wśród gatunków, które znacznie zmniejszyły swoje udziały w liczebności poza wyżej wymienionymi, był tylko jeden gatunek eurytopowy, koza (spadek o 3,4%, z 4,5% w piątej dekadzie), lecz kilka reofilnych (minóg ukraiński, miętus, jelec, pstrąg potokowy i koza bałtycka).

Spadki liczebności płoci i okonia w Pilicy są korzystne dla ichtiofauny tej rzeki. Jednakże spadki liczebności niektórych innych gatunków mogą być oznaką zagrożenia ich populacji. Wspomniana powyżej koza jest jedynym takim gatunkiem w grupie gatunków eurytopowych. Choć jej udział w liczebności górnego biegu wzrósł ponad dwukrotnie (z 0,4% do 1,1%), w dolnym jej liczebność w szóstej dekadzie wyniosła zaledwie kilkanaście procent liczebności w piątej i był to największy liczebnościowy spadek w ichtiofaunie Pilicy

w tym biegu (bowiem spadek liczebności okonia w dolnym biegu był niewielki), z 8,9% na 1,1%. Spowodował on przesunięcie kozy z trzeciego miejsca wśród najliczniejszych gatunków w dolnym biegu w piątej dekadzie na dziesiąte w szóstej (Apendyks). Koza objęta jest w Polsce ochroną gatunkową (Kotusz 1996). Spośród gatunków limnofilnych nie odłowiono w szóstej dekadzie żadnego osobnika piskorza i słonecznicy, lecz ich udziały w piątej dekadzie były znikome (odpowiednio 0,04% i 0,11%). Nie zanotowano innego gatunku limnofilnego, który doznałby znacznego obniżenia liczebności.

Natomiast sytuacja kilku gatunków reofilnych okazała się niebezpieczna. Gatunki typowo rzeczne miały w piątej dekadzie w większości niskie procentowe udziały w liczebności całkowitej, a więc nawet niewielki procentowo spadek w szóstej mógł być spadkiem znaczącym. Rzeczywiste znaczenie tych spadków potęguje jeszcze mniejsza liczebność całkowita ichtiofauny i minogów, stwierdzona w szóstej dekadzie. Zmiany procentowej liczebności w całej rzece pomiędzy piątą i szóstą dekadą u minoga ukraińskiego z 5,0% na 0,5%, miętusa z blisko 3,8% na 1,1%, jelca z 1,0% na 0,3%, pstrąga potokowego z 0,9% na 0,4% i kozy bałtyckiej z 0,4% na 0,1% wskazują, że populacje tych gatunków w Pilicy mogą już być zagrożone. Pstrąg potokowy zmniejszył liczebność wyłącznie w górnym biegu (w dolnym biegu gatunek ten nie występował w obu dekadach). Trzy z tych gatunków, minóg ukraiński, jelec i koza bałtycka (dwa pierwsze całkowicie reofilne), zmniejszyły swoje liczebności w obu biegach, choć bardziej w dolnym niż górnym biegu, a miętus, gatunek zasadniczo reofilny, obok niewielkiego wzrostu liczebności w górnym biegu (z 0,6% na 1,4%) odnotował duży spadek w dolnym (z 7,5% na 0,8%). Minóg ukraiński i koza bałtycka to gatunki objęte ochroną programu Natura 2000, a miętus ma status gatunku narażonego (Witkowski i inni 2009). Udziały brzany i świnki, kolejnych cennych gatunków reofilnych, okazały się również bardzo niewielkie w szóstej dekadzie (odpowiednio 0,3% i 0,07%), ale jeszcze niższe były w piątej, szczególnie w przypadku świnki, 0,004%, a więc gatunek ten okazał się aż kilkanaście razy liczniejszy w szóstej dekadzie. Niestety świnka nie jest objęta ochroną gatunkową, chociaż zanika ona w Polsce centralnej (Marszał i Przybylski 1996), a brzana, również nieobjęta ochroną, jest gatunkiem narażonym (Witkowski i inni 2009).

Pomimo ograniczenia się do 47 stanowisk średnia liczebność próby obliczona dla tej liczby stanowisk w piątej dekadzie (482 osobniki) była minimalnie różna od średniej liczebności próby otrzymanej w piątej dekadzie z badania 64 stanowisk (493 osobniki). Podobnie było w poszczególnych biegach: odpowiednio 423 i 430 w górnym i 571 i 590 w dolnym. Wskazuje to, że oparcie się na tych identycznie lub bardzo blisko zlokalizowanych i dlatego najbardziej porównywalnych, choć mniej licznych, 47 stanowiskach jest zasadne i wystarczające dla naszych celów. Równie ważną informacją jest porównanie średnich liczebności prób pomiędzy dekadami w oparciu o obecnie rozpatrywane 47 tych samych stanowisk w obu dekadach. Średnie te wyniosły 482 i 341 osobników, a więc próby w szóstej dekadzie były

o około jedną trzecią mniej liczne. Pomimo tego różnica pomiędzy tymi średnimi była nieistotna statystycznie (jednostronny test t dla nierównych wariancji, $P = 0,08$; $df = 52$).

Środowisko przyrodnicze rzeki Pilicy – Obszary Natura 2000 i ochrona gatunków ryb i minogów

Ponad połowa biegu rzeki Pilicy należy do najwartościowszych przyrodniczo terenów Polski centralnej, objętych od momentu przystąpienia Polski do Unii Europejskiej programem ochrony siedlisk Natura 2000, zgodnie z Dyrektywą [...] w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych [...] (1992). Dużymi obszarami, przez które płynie rzeka Pilica, zostały: Dolina Górnej Pilicy (PLH260018 – odcinek Pilicy pomiędzy miejscowości Grodzisko i Przedbórz), Dolina Środkowej Pilicy (PLH100008 – odcinek Pilicy pomiędzy miejscowościami Przedbórz i Sulejów) oraz Dolina Dolnej Pilicy (PLH140016 – odcinek Pilicy pomiędzy miejscowością Inowłódz a ujściem rzeki do Wisły). Poza tym niewielkie odcinki Pilicy znalazły się w obszarach: Lasy Spalskie (PL100003 – odcinek Pilicy przy ujściu dopływu o nazwie Gać) oraz Łąki Cieblowickie (PLH100035 – odcinek Pilicy przy miejscowości Cieblowice). Obszar Dolina Dolnej Pilicy obejmuje prawie 85% biegu Pilicy poniżej Zb. Sulejowskiego i 15 z 19 badanych obecnie przez nas na w tym biegu stanowisk.

Obszary powyższe pozostają obszarami Natura 2000 również obecnie (Decyzja [...] w sprawie [...] terenów [...] składających się na kontynentalny region biogeograficzny 2016). Na każdym z nich ochroną objęte są specyficzne taksony flory i fauny. Kurowski (2013) twierdzi, że na obszarze Dolina Dolnej Pilicy dotyczy to również szeregu gatunków ryb oraz minoga (boleń, różanka, piskorz, koza złotawa, koza, minóg ukraiński i głowacz białopłetwy), nie podaje jednak źródła tej informacji. W istocie gatunki te wymienione są w Dyrektywie [...] w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych (1992), w Rozporządzeniu [...] w sprawie siedlisk przyrodniczych [...] (2010), a także (bez głowacza białopłetwego, ale z brzanką) jako gatunki objęte ochroną w Rozporządzeniu [...] w sprawie ochrony siedlisk Dolina Dolnej Pilicy (PLH140016) (2017). Jednakże wspomniane gatunki (poza brzanką) występują również na pozostałych obszarach Natura 2000 obejmujących rzekę Pilicę (Penczak i inni 2006) i trudno stwierdzić, dlaczego siedliska i gatunki na obszarze Doliny Dolnej Pilicy są objęte ochroną, a na innych obszarach Natura 2000, obejmujących Pilicę, nie objęte, tym bardziej że odcinki Pilicy powyżej Zb. Sulejowskiego mogą być źródłem kolonizatorów dolnej Pilicy, a odwrotna sytuacja nie jest możliwa ze względu na wspomniany brak przepławki na tym zbiorniku.

PODZIĘKOWANIA

Badania terenowe analizowane w niniejszej pracy zostały wykonane przez wszystkich współautorów, pracowników Katedry Ekologii i Zoologii Kręgowców Uniwersytetu Łódzkiego. Stanowią one część badań przeprowadzonych

w ramach projektu badawczego UŁ dotyczącego szóstej dekady monitoringu ichtiofauny zlewni rzeki Pilicy (numer projektu: B161100000685000, pełny tytuł: Monitoring ichtiofauny zlewni rzeki Pilicy (szósta dekada badań) – nasilenie i kierunki długoterminowych (1963–2017) zmian metapopulacji i metazespołów ryb w wyniku antropopresji i napływu gatunków obcych). Kierownikiem projektu był autor senior obecnej publikacji.

Pomimo niewielkich środków przyznanych na realizację przez UŁ, projekt udało się wykonać dzięki wsparciu finansowemu udzielanemu w latach 2014–2017 prof. Tadeuszowi Penczakowi przez Polski Związek Wędkarski, a w latach 2016–2019 (bowiem opracowanie raportu i sprawozdania trwało do roku 2019, a jedynie badania terenowe do roku 2017) głównie dzięki dofinansowaniu otrzymanemu od Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi, wnioskowanemu oraz rozliczonemu finansowo i merytorycznie przez autora seniora.

Autorzy dziękują Zakładowi Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej za udostępnienie licencji na Komputerową Mapę Podziału Hydrograficznego Polski (wersja październik 2007).

5. SUMMARY

In 2014–2017 the sixth cycle of electrofishing surveys were conducted at 47 sites established along the 332,5 km long Pilica River (Fig. 1). 28 of the sites were established in the upstream course of the river, above the Sulejowski Reservoir, and 19 in the downstream course. The location, morphometric descriptions, characteristics of the surrounding terrain, and water quality variables' values of all the sites were recorded beside collected fish samples (Tab. 1). A total of 39 fish and lamprey species (usually 12–15 per sample) were recorded (Fig. 2), 33 species in the upstream and downstream courses each. The dominants in abundance were roach *Rutilus rutilus*, bleak *Alburnus alburnus*, perch *Perca fluviatilis*, and chub *Leuciscus cephalus*. The results of the sixth cycle of sampling surveys were compared mainly with the cycle of surveys that were conducted in 2003–2005, which constituted the fifth decade of the Pilica River's investigation, and followed four investigation cycles carried out at decadal intervals (i.e. in 1965, 1968–1972, 1984–1985, 1994–1995). In all the investigation cycles, standardized sampling methods (electrofishing, catch per unit effort) were used.

The Sulejowski Reservoir, which was constructed in the middle course of the river in 1973 and which is about 27 km² in surface area, is the cause of the river's fragmentation into the upstream and downstream courses, and is the river's only unpassable barrier for fish and lampreys. It has caused, together with the dam of the Włocławek Reservoir on the Vistula (the parent river of the Pilica system), the extirpation of migratory species in the Pilica. However, the main human impact on fish and lamprey populations was the releasing of huge amounts of sewage to the river at a few points between the 1960s and 1989, especially at the end of the period. All of these factors

have resulted in declines of rheophilic species and in increasing dominance of roach and perch. Since the 1990s long sections of the river, particularly most of the downstream course (Dolina Dolnej Pilicy – Downstream Pilica Valley (PLH140016)), have become areas of the Natura 2000 project. At least PLH140016 is intended to conserve several fish and lamprey species of the region, but the conservation may also be possible in other areas of the Natura 2000 project that comprise fragments of the river.

The present, sixth cycle of surveys indicated that water quality has not improved since the fifth cycle. In the upstream course of the Pilica, conductivity increased significantly, while in the downstream course, pH increased significantly. Yet, these increases are unlikely to have affected the Pilica River fish and lamprey species. The total abundance of fish and lamprey species in the sixth cycle of investigations was 16 027 individuals (after a recalculation per 500 m of bankline), of which 7123 occurred in the upstream, and 8904 in the downstream course. These values are smaller than those in the fifth decade, and the mean abundance per sample has decreased by almost one third, to 341 individuals. Yet the difference of the means was not statistically significant as measured by the t-test. Fish and lamprey populations have displayed both negative and positive changes between the fifth and sixth investigation cycles. Although the number of species has increased by four (Appendix, Fig. 2–3) in the whole river, this was a result of a few new non-native fish species, never recorded in the Pilica in the past.

In the whole river, highest increases in occurrence ranges (by 23.4–31.9%) have been recorded in the case of a number of eurytopic and limnophilic species that in the fifth decade displayed moderate occurrence ranges (white bream *Blicca bjoerkna*, tench *Tinca tinca*, pike-perch *Sander lucioperca*) or were absent (monkey goby *Neogobius fluviatilis*) (Fig. 3–6). These changes were not favourable for the fish and lamprey assemblage structure, similarly as the fact that ranges of those eurytopic and limnophilic species that were most widespread in the fifth decade (roach, perch, pike *Esox lucius* and bleak) have little changed. A positive change as regards eurytopic and limnophilic species has only been a considerable increase in the occurrence range of bitterling *Rhodeus sericeus* (by 23.4%), because it is the only ostracophil (and protected species) in the Polish fish fauna.

As regards rheophilic species, chub has most increased its occurrence range in the whole river (23.4%). This is a beneficial change because the species was already widespread in the fifth decade (59.6%). The increase was by 17.9% in the upstream course (Fig. 5), and by 31.6% in the downstream course (Fig. 6). Other rheophils have either moderately increased their ranges, or decreased their ranges, sometimes considerably. Ide *Leuciscus idus*, which was already widespread in the fifth decade (70.2%), has increased its range by 10.6%, but did this only in the upstream course, by 17.9%. Nase *Chondrostoma nasus* increased its range by 8.5%, and mostly in the upstream course, by 10.7% (Fig. 3–5). Unfortunately, three other rheophils that were widespread in the fifth decade (stone loach *Barbatula barbatula*, Ukrainian lamprey *Eu-*

dontomyzon mariae and dace *Leuciscus leuciscus*) have decreased their ranges in the sixth decade, by 36.2, 29.8 and 27.7%, respectively, in the whole river (Fig. 4). Their decreases were similar in both Pilica courses (Fig. 5–6). The rheophilic species of burbot *Lota lota*, northern golden loach *Sabanejewia baltica* and asp *Aspius aspius* also decreased their ranges, by 17.0% (burbot) and 10.6% (northern golden loach and asp) in the whole river, but mainly in the downstream course, by 31.6, 15.8 and 26.3%, respectively (Fig. 4–6). In the investigations of the sixth cycle, a general tendency of eurytopic and limnophilic species to increase their occurrence ranges and a tendency of rheophilic species to decrease their occurrence ranges was manifest in both courses of the Pilica River, but more strongly in the downstream one.

Percent changes in abundance that are presented in the study are differences between the shares of given species in the total fish and lamprey fauna abundance values in the fifth and sixth cycles of investigations, and not ratios of the abundances in the cycles (Appendix). Eurytopic species have continued to dominate in abundance, but the dominance structure of the fish and lamprey fauna has considerably changed. Roach has remained the main dominant in the whole Pilica River (38.3%), but its abundance decreased by 5.0%. The abundance of bleak has increased by 9.3% (to 17.2%) and that of perch decreased by 13.5% (to 8,9%). As a result, bleak became the second dominant, and perch the third, opposite to their relation in the fifth decade. However, the decrease in perch abundance occurred almost exclusively in the upstream course (by 23.3%), together with a decrease in roach abundance there (by 16.0%). Yet, roach abundance has increased (by 3.5%) in the downstream course (while perch abundance has not), and was one of several species (with white bream, chub, bleak and bitterling) that greatly increased in that course (by 6.1, 5.5, 4.2 and 2.2%, respectively).

Increases in bitterling and chub abundances are beneficial to the structure of the assemblage, because the former is a protected species and the latter a valuable rheophil. A positive increase has also been that of gudgeon *Gobio gobio*, by 4.2% in the whole course, and by 10.4% in the upstream course. Increases in the abundances of the rheophilic species of schneider/spirlin *Alburnoides bipunctatus*, ide, stone loach, minnow *Phoxinus phoxinus* and burbot in that course have been smaller, but they are also beneficial to the structure of the assemblage. However, in the downstream course, ide was the only rheophilic species whose abundance increased (by 0.9%) beside that of gudgeon. Negative changes were decreases in burbot and Ukrainian lamprey abundances in the whole river (by 2.8 and 4.5%, respectively), but first of all in the downstream course (by 6.6 and 7.2%, respectively). A positive change in the Pilica has been the appearance of the rheophilic species of brook lamprey *Lampetra planeri* and minnow. In general, changes that were recorded in fish and lamprey abundances in the Pilica between the fifth and the sixth cycles of investigations were more positive in the upstream course and more negative in the downstream course of the river.

6. LITERATURA

- Alabaster J.S., Lloyd R. 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. Butterworths, London, ss. 361.
- Allan J.D. 1998. *Ekologia wód płynących*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, ss. 450.
- Backiel T., Penczak T. 1989. The fish and fisheries in the Vistula River and its tributary, the Pilica River. ss. 488–503 (W: *Proceedings of the International Large River Symposium*. Red. D.P. Dodge). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106.
- Balon E.K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: The development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyology Reviews*, 1, 1–48.
- Czarnecka H. 2005. *Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Część 1 Mapy i Część 2 Zestawienia Zlewni*. Seria Atlasy Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Dyrektywa Rady 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych. *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich L* z dnia 30 maja 1991 r. (Dz.U.U.E.L.1991.135.40).
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich*, I.206/7, 15/t. 2.
- Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2015/2334 z dnia 9 grudnia 2016 r. w sprawie przyjęcia dziesiątego zaktualizowanego wykazu terenów mających znaczenie dla Wspólnoty składających się na kontynentalny region biogeograficzny. *Dziennik Urzędowy Komisji Europejskiej* 23.12.2016 PL. (notyfikowana jako dokument nr C(2016) 8191).
- EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Committee). 1969. Water quality criteria for European freshwater fish-extreme pH values and inland fisheries. *Water Research*, 3(8), 593–611. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(69\)90048-7](https://doi.org/10.1016/0043-1354(69)90048-7)
- Geerlings H., Stead D. 2003. The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research. *Transport Policy*, 10, 187–196. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00020-9)
- Głowacki Ł.B., Penczak T. 2013. Drivers of fish diversity, homogenization/differentiation and species range expansions at the watershed scale. *Diversity & Distributions*, 19(8), 907–918. <https://doi.org/10.1111/ddi.12039>
- Głowacki Ł., Kruk A., Penczak T. 2021. Advancing improvement in riverine water quality caused a non-native fish species invasion and native fish fauna recovery. *Scientific Reports*, 11, 16493. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93751-2>
- Grabowska J., Kotusz J., Witkowski A. 2010. Alien invasive fish species in Polish waters: An overview. *Folia Zoologica*, 59(1), 73–85. <https://doi.org/10.25225/fozo.v59.i1.a1.2010>
- Hedges L.V. 1981. Distribution theory for Glass's Estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6 (2), 107–128. <https://doi.org/10.3102/10769986006002107>
- Hintz W.D., Relyea R.A. 2019. A review of the species, community, and ecosystems impacts of road salt salinization in fresh waters. *Freshwater Biology*, 64, 1081–1097. <https://doi.org/10.1111/fwb.13286>

- Jażdżewski M., Rachalewska D., Zięba G., Marszał L., Przybylski M. 2014. Monitoring ichtiofauny rzek – cele i problemy. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 14, 129–145. <https://doi.org/10.12823/sapaa.0860-648X.14006>
- KMPHP (Komputerowa Mapa Podziału Hydrograficznego Polski). 2007. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* 2004 r., Nr 92, Nr 184, poz. 1532.
- Kottelat M., Freyhof J. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, ss. XIV + 646.
- Kotusz J. 1996. Ochrona gatunkowa piskorzowców (*Cobitoidea*, *Cypriniformes*) w Polsce na tle ich występowania i statusu w innych krajach Europy. *Zoologica Poloniae*, 41 (Suplement), 147–155.
- Kurowski J.K. (red.). 2013. Obszary NATURA 2000 w Województwie Łódzkim. Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi, Łódź, ss. 184.
- Marszał L., Przybylski M. 1996. Zagrożone i rzadkie ryby Polski Środkowej. *Zoologica Poloniae*, 41 (Suplement), 67–72.
- Morgan II R.P., Kline K.M., Kline M.J., Cushman S.F., Sell M.T., Weitzell Jr. R.E., Churchill J.B. 2012. Stream conductivity: Relationships to land use, chloride, and fishes in Maryland streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 32(5), 941–952. <https://doi.org/10.1080/02755947.2012.703159>
- Nasławska-Majchrzak E., Żukowska M. 2019. *Rocznik Hydrologiczny 2019*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, ss. 240.
- Ósme sprawozdanie na temat statusu wdrożenia i programów wykonania (wymaganych na mocy art. 17) dyrektywy Rady 91/271/EWG dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych. 2016. Komisja Europejska, Bruksela. ss. 20.
- Penczak T. 1967. Biologiczne i techniczne podstawy połowu ryb stałym prądem elektrycznym. *Przeгляд Zoologiczny*, 11, 114–131.
- Penczak T. 1968. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część Ib. Hydrografia i rybostan Pilicy i jej dopływów. *Acta Hydrobiologica*, 4, 499–524.
- Penczak T. 1988. Ichtiofauna dorzecza Pilicy. Część I. Przed utworzeniem zbiornika. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 1, 23–59.
- Penczak T. 1989. Ichtiofauna dorzecza Pilicy. Część II. Po utworzeniu zbiornika. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 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. 2008. Znaczenie monitoringu w badaniach ichtiofauny rzek dla potrzeb racjonalnej gospodarki rybacko-wędkarskiej. ss. 53–59 (W: *Użytkownik Rybacki – Nowa Rzeczywistość*), Polski Związek Wędkarski, Warszawa.
- Penczak T., Kruk A. 1999. Applicability of the abundance/biomass comparison method for detecting human impacts on fish populations in the Pilica River, Poland. *Fisheries Research*, 39, 229–240. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(98\)00201-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00201-X)

- Penczak T., Kruk A. 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human modified Polish rivers. *Ecology of Freshwater Fish*, 9, 109–117. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2000.90113.x>
- Penczak T., Marszał L., Kruk A., Koszaliński H., Kostrzewa J., Zaczyński A. 1996. Monitoring ichtiofauny dorzecza Pilicy. Część II. Pilica. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 9, 91–104.
- 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. *Journal of Fish Biology*, 64, 483–501. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00316.x>
- Penczak T., Galicka W., Kruk A., Zięba G., Marszał L., Koszaliński H., Tybulczuk S. 2007. Ichtiofauna dorzecza Pilicy w piątej dekadzie badań. Część II. Dopyływy. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 20, 35–81.
- Penczak T., Kruk A., Zięba G., Marszał L., Koszaliński H., Tybulczuk S., Galicka W. 2006. Ichtiofauna dorzecza Pilicy w piątej dekadzie badań. Część I. Pilica. *Roczniki Naukowe Polskiego Związku Wędkarskiego*, 19, 103–122.
- Przybylski M. 1994. Are the fish communities persistent and stable in European rivers? *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 41 (3), 365–375.
- Przybylski M. 1997. Monitoring ichtiofauny rzek. ss. 29–40 (W: *Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów*, Red. T. Backiel). Wydawnictwo Polskiego Związku Wędkarskiego, Warszawa.
- Przybylski M., Głowacki Ł., Grabowska J., Kaczkowski Z., Kruk A., Marszał L., Zięba G., Ziulkiewicz M. 2020. Riverine Fish Fauna in Poland. ss. 195–238 (W: *The handbook of Environmental Chemistry*. Red. E. Korzeniewska, M. Harnisz). Springer Nature Switzerland AG, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12139-6_10
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 kwietnia 2010 w sprawie siedlisk przyrodniczych oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000. *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* nr 77, poz. 510.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2017 r. w sprawie specjalnego obszaru ochrony siedlisk Dolina Dolnej Pilicy (PLH140016). *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 21 lipca 2017 r., poz. 1402.
- Schiemer F., Waidbacher H. 1992. Strategies of conservation of a Danubian fish fauna. ss. 365–382. (W: *River Conservation and Management*. Red. P.J. Boon, P. Calow, G.E. Petts). Wiley, London.
- Simberloff D., Von Holle B. 1999. Positive interactions of nonindigenous species: Invasional meltdown? *Biological Invasions*, 1, 21–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010086329619>
- Spellerberg I.F. 2005. *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press, Cambridge, ss. 391.
- Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o inspekcji ochrony środowiska. *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 2018 r., poz. 1471, 1479.
- Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o ochronie zwierząt. *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 2022 r., poz. 572.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 2001 r., Nr 62, poz. 627; *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 2021 r., poz. 1973, 2127, 2269; *Dziennik Ustaw Republiki Polskiej* z 2022 r., poz. 1079, 1260, 1504, 1576, 1747.

- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dziennik Ustaw Republiki Polskiej 2004 r., Nr 92, poz. 880; Dziennik Ustaw Republiki Polskiej z 2022 r. poz. 916, 1726.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne. Dziennik Ustaw Republiki Polskiej z 2021 r., poz. 2233, 2368; 2022 r., poz. 88, 258, 855.
- Ustawa z dnia 11 sierpnia 2021 r. o gatunkach obcych. Dziennik Ustaw Republiki Polskiej 2021 r., poz. 1718.
- WISE Freshwater Information System for Europe. 2022. <https://water.europa.eu/freshwater/countries/uwwt/data-visualisation/uwwt-figure-4-folder/uwwt-figure-4-es>
- Witkowski A. 1994. Morphological characteristics of *Sabanejewia aurata* (De Filippi, 1865) from the Odra River Basin, with description of a new subspecies (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae). Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden, 48 (3), 23–51.
- Witkowski A., Kotusz J., Przybylski M. 2009. The degree of threat to the freshwater ichthyofauna of Poland: Red list of fishes and lampreys – situation in 2009. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną, 65, 33–52.
- World Bank Group. 2022. GDP – Poland. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

Deklaracja autorów o udziale w przygotowaniu publikacji:

Praca nie posiada autorów nieujawnionych. Pomędzy współautorami nie istnieją konflikty interesów.

Apendyks. Gatunki ryb i minogów stwierdzone na 47 stanowiskach rzeki Pilicy w szóstej dekadzie badań (2014–2017) i ich charakterystyka ekologiczna.

Appendix. Fish and lamprey species recorded in 47 sites of the Pilica River in the sixth decade of investigations (2014–2017) and their ecological characterisation.

Polska nazwa gatunku / Polish name of species	Angielska nazwa gatunku / English name of species	Naukowa/lacińska nazwa gatunku / Scientific/Latin name of species	Status	Grupa środowiskowa (Habitat) / Environmental group (Habitat)	Gildia rozrodcza / Reproductive guild	Kategoria zagrożenia IUCN / IUCN threat category	Status ochronny IUCN / IUCN conservation status	Liczebność (%) w całej Pilicy / Abundance (%) in the whole Pilica	Liczebność (%) w górnym biegu Pilicy / Abundance (%) in the upper Pilica course	Liczebność (%) w dolnym biegu Pilicy / Abundance (%) in the lower Pilica course
Babka lysa	racer goby	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	A	E	B.2.5			0,01		0,02
Babka rurkonosa	tubenose goby	<i>Pterorhynchus semilunaris</i> (Heckel, 1837)	A	E	B.2.5			0,17		0,30
Babka szczupła	monkey goby	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	A	E	B.2.5			0,78		1,40
Boleń	asp	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	N	Rb	A.1.3	NT	HDII, HDV, s, t, n	0,03		0,06
Brzana	barbel	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.3	VU	HDV, s, t, n	0,28	0,22	0,31
Cierniczek	ninespine stickleback	<i>Pungitius pungitius</i> (Linnaeus, 1758)	N	L	B.2.4	LC		0,02	0,04	
Ciernik	three-spined stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	N	L	B.2.4	LC		0,02	0,01	0,03
Czebaczek amurski	stone moroko	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	A	E	B.1.2			0,01		0,01
Głowacz białoplewy	bullhead	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	N	Ra	B.2.7	VU	P, HDII	0,21	0,20	0,22
Jazgarz	ruffe	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC		0,07	0,15	
Jaź	ide	<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Rb	A.1.4	VU	s	2,87	2,81	2,92

Jelec	(common) dace	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.4	NT	s	0,26	0,29	0,24
Karaś srebrzysty	Prussian carp	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	A	E	A.1.5			0,16	0,28	0,06
Kiełb	gudgeon	<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)	N	Rb	A.1.6	LC		5,78	11,91	0,89
Kleń	chub	<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.3	LC	s	5,87	4,62	6,86
Koza	spined loach	<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.5	LC	P	1,1	1,07	1,13
Koza bałtycka	northern golden loach	<i>Sabanejewia baltica</i> (Witkowski, 1994)	N	Rb	A.1.5	VU	P, HDII	0,11	0,14	0,09
Krap	white bream	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC		4,6	2,12	6,59
Leszcz	bream	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC		0,44	0,52	0,38
Lin	tench	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	N	L	A.1.5	LC	s, n	0,32	0,29	0,34
Miętus	burbot	<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	N	Rb	A.1.2	VU	s, t	1,06	1,36	0,82
Minóg strumieniowy	brook lamprey	<i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784)	N	Rb	A.2.3	EN	P, HDII	0,01	0,03	
Minóg ukraiński	Ukrainian brook lamprey	<i>Eudontomyzon mariae</i> (Berg, 1931)	N	Ra	A.2.3	VU	P, HDII	0,52	1,12	0,03
Okoń	(European) perch	<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC	s, n	8,85	15,19	3,80
Płoc	roach	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC		38,34	26,46	47,86
Pstrąg potokowy	brown trout	<i>Salmo trutta m. fario</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.2.3	CD	s, t, n	0,40	0,90	
Różanka	bitterling	<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	N	L	A.2.4	VU	P, HDII	3,13	2,36	3,74
Sandacz	pike-perch	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	B.2.5	LC	s, t, n	0,14	0,24	0,07
Strzebla Potokowa	minnow	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.3	LC		0,39	0,88	
Sum	wels / catfish	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	B.1.4	NT/CD	s, t	0,3	0,48	0,16

Apendyks. Ciąg dalszy.

Appendix. Continued.

Polska nazwa gatunku / Polish name of species	Angielska nazwa gatunku / English name of species	Naukowa/łacińska nazwa gatunku / Scientific/Latin name of species	Status	Grupa środowiskowa (Habitat) / Environmental group (Habitat)	Gildia rozrodcza / Reproductive guild	Kategoria zagrożenia IUCN / IUCN threat category	Status ochronny IUCN / IUCN conservation status	Liczebność (%) w całej Pilicy / Abundance (%) in the whole Pilica	Liczebność (%) w górnym biegu Pilicy / Abundance (%) in the upper Pilica course	Liczebność (%) w dolnym biegu Pilicy / Abundance (%) in the lower Pilica course
Sumik karłowaty	brown bullhead	<i>Ameiurus nebulosus</i> (Lesueur, 1819)	A	E	B.2.7			0,01		0,01
Szczupak	pike	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.5	LC	s, t, n	3,34	3,30	3,38
Szweja / piekielnica	schneider / spirlin	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	N	Ra	A.1.3	EN	P	1,85	4,14	0,02
Śliz	stone loach	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.6	LC	P	1,03	2,13	0,15
Świnka	nase	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Ra	A.1.3	EN	s, t, n	0,07	0,15	0,01
Trawianka	Chinese sleeper	<i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	A	E	B.2.5			0,02	0,01	0,03
Ukleja	bleak	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	N	E	A.1.4	LC		17,21	16,41	17,87
Węgorz	eel	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	N	E,D	A.1.1	CD	s, t, n	0,02	0,04	
Wzdrega	rudd	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	N	L	A.1.5	LC	s	0,17	0,13	0,20

Legenda:

Polskie, angielskie i naukowe (łacińskie) nazwy gatunków są podane za <http://www.fishbase.se> (dostęp w sierpniu 2017, za wyjątkiem nazwy *Sabanejewia baltica* Witkowski, 1994, która podana jest według wersji dostępnej w maju 2023) oraz za Penczak i inni (2006) i Penczak i inni (2007).

Status (Grabowska i inni 2010, Przybylski i inni 2020): N – rodzimy, A – obcy.

Habitat (Schiemer i Waidbacher 1992): D – diadromiczny, E – eurytopowy, L – limnofilny, Ra – całkowicie reofilny (wszystkie stadia życiowe ograniczone do rzeki głównej), Rb – zasadniczo reofilny (niektóre stadia życiowe ograniczone do starorzeczy lub dopływów).

Kategoria zagrożenia w dorzeczu Wisły (Witkowski i inni 2009): EN – zagrożony, CD – zależny od ochrony, VU – narażony, NT – bliski zagrożenia, LC – najmniejszej troski.

Gildia rozrodcza (Balon 1990, Penczak i inni 2006, Penczak i inni 2007, Przybylski i inni 2020): A – Niepilnujące: A.1. – Jaja rozproszone na odkrytym podłożu (A.1.1. – pelagofile, tarło w toni wodnej; A.1.2. – lito-pelagofile, tarło na kamieniach i żwirze, larwy pelagialne; A.1.3. – litofile, tarło na kamieniach i żwirze, larwy bentosowe; A.1.4. – fito-litofile, tarło nieobligatoryjnie w roślinach; A.1.5. – fitofile, tarło obligatoryjnie w roślinach; A.1.6. – psammofile, tarło na piasku); A.2. – Wylęg ukryty (A.2.3. – litofile, wylęg ukryty w gnieździe; A.2.4. – ostrakofile, ukrywające wylęg w żywych bezkręgowcach); B – Pilnujące: B.1. – Wylęg dozorowany (B.1.2. – aerofile, wybierające podłoże, tarło w gnieździe; B.1.4. – fitofile, tarło w toni wodnej, wylęg na powierzchni); B.2. – Pilnujące i gniazdujące (B.2.4. – ariadnofile, gniazdujące i wiążące nicia; B.2.5. – fitofile, gniazdujące i klejące na materiale roślinnym; B.2.7. – speleofile, kryjące wylęg w jamach).

Status ochronny (Witkowski i inni 2009): P – chroniony przez polskie prawo, HDII – umieszczony w Załączniku II Dyrektywy Środowiskowej, HDV – umieszczony w Załączniku V Dyrektywy Środowiskowej, s – chroniona wielkość, n – chroniona liczebność, t – ochronny sezon.

Legend:

Polish, English and scientific (Latin) names of species are cited after <http://www.fishbase.se> (access in August 2017, except the name of *Sabanejewia baltica* Witkowski, 1994, which is given after the version accessible in May 2023) and after Penczak i inni (2006) i Penczak i inni (2007).

Status (Grabowska i inni 2010, Przybylski i inni 2020): N – native, A – alien.

Habitat (Schiemer i Waibacher 1992): D – diadromous, E – eurytopic, L – limnophilic, Ra – completely rheophilic (all life stages limited to the main river), Rb – partially rheophilic (certain life stages limited to oxbow lakes or tributaries).

Threat category in the Wisła/Vistula catchment (Witkowski i inni 2009): EN – endangered, CD – conservation dependent, VU – vulnerable, NT – near threatened, LC – least concern.

Reproductive guild (Balon 1990, Penczak et al. 2006, Penczak et al. 2007, Przybylski et al. 2020): A – Nonguarders: A.1. – Nonguarders, open substratum egg scatterers (A.1.1. – pelagophils, pelagic spawners; A.1.2. – lithopelagophils, rock and gravel spawners with pelagic larvae; A.1.3. – lithophils, rock and gravel spawners with benthic larvae; A.1.4. – phytolithophils, nonobligatory plant spawners; A.1.5. – phytophils, obligatory plant spawners; A.1.6. – psammophils, sand spawners); A.2. – Brook hiders (A.2.3. – lithophils, rock and gravel hiders; A.2.4. – ostracophils, hiders in live invertebrates); B – Guardians: B.1. – Clutch tenders (B.1.2. – aerophils, substratum choosers, spawning in nest; B.1.4. – phytophils, pelagic spawning, hatching on water surface); B.2. – Guardians and nesters (B.2.4. – ariadnophils, gluemaking nesters; B.2.5. – phytophils, plant material nesters; B.2.7. – speleophils, hole nesters).

Protection status (Witkowski et al. 2009): P – protected by Polish law, HDII – included in Habitat Directive Appendix II, HDV – included in Habitat Directive Appendix V, s – protective size, n – protective abundance, t – protective season.