

TADEUSZ PENCZAK*

**PRZYKŁAD SZYBKIEJ ODBUDOWY RYBOSTANU BZURY
PO PRZERWANIU UWALNIANIA DO NIEJ TOKSYCZNYCH
ŚCIEKÓW PRZEMYSŁOWYCH**

EXAMPLE OF QUICK RECONSTRUCTION FISH FAUNA OF THE BZURA
RIVER AFTER INTERRUPTION OF RELEASE OF INDUSTRIAL TOXIC
SEWER WATER

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

ABSTRACT

The Bzura River, after significant reduction in the release of industrial and living sewage flowing to it from the Zgierz town, has become a convenient place to follow the regeneration of fish populations only since 1990. The rebuilding of the fish population began after the water quality improved by migrations from the Vistula and from its tributaries. The new industrial company Boruta-Zachem started to change production, but also changed the raw materials used to produce from inorganics to organic, and also launched a new, appropriate sewage treatment plant. In the upper reaches of the river (to the town of Łowicz), after flooding, some single fish belonging to the facultative riverine species periodically appeared, and below the town of Sochaczew, small river species, known as “new, non-native” species, were identified for the first time only in 2009. In the last year of the research 5 taxons were present, with two of them achieving high stability of occurrence and abundance. In the last period of research, 37 species were identified, of which 14 are river species, including these ones which are important for anglers: barbell, nase, chub, ide and dace. The recolonisation of fish in this river proceeded with a marked acceleration.

Key words: fish regeneration, riverine species, facultative riverine species, non-native species.

* Autor do korespondencji: tadeusz.penczak@biol.uni.lodz.pl

1. WSTĘP

Dostępne dane na temat ichtiofauny rzeki Bzury, pochodzą z XIX wieku. Wałęcki (1864) napisał, że był w posiadaniu informacji o rybach Bzury, Drwęcy i przyległego do ujścia Bzury odcinka Wisły, ale opisując miejsca występowania poszczególnych gatunków wymienia Drwęcę i Wisłę, ale Bzurę nigdy. Natomiast Kulmatycki (1936) poinformował, że Pilica i Bzura, uchodzą do Wisły, obydwie na lewym brzegu i w niewielkiej odległości od siebie, wobec tego 'rybostan mają podobny'. Z powyższych danych wynika, że w obu przypadkach wiedza o rybach oparta była na dedukcji i ustosunkowując się do danych Kulmatuckiego (1936) przypominam, że jeden z większych dopływów Pilicy – Czarna Konecka zasilany jest w wodę z dopływów spływających z Gór Świętokrzyskich, z ichtiofauną 'regionu pstraga' (Penczak 1968b). Wobec tego pierwsza, bezpośrednia informacja o rybach Bzury pochodzi z jednego stanowiska, ulokowanego poniżej ujścia Rawki do Bzury (Penczak 1968a). Pośród 17 zidentyfikowań na tym stanowisku ryb były 3 gatunki: jelec – 9 osobników, szczupak – 2 i płoć – 6, a pozostałe taksony były reprezentowane przez pojedyncze osobniki; według informacji miejscowego młynarza, to w latach 60. „pojedyncze ryby obserwuje się w Bzurze, poniżej ujścia Rawki, przy wysokich stanach wody”. Chyba powyższy informator był wiarygodny bo w tym samym dniu, w Bzurze, na stanowisku ulokowanym w górę od ujścia Rawki, podczas elektro-połowu nie widziano i nie odebrano ryb.

Pierwszy raz w roku 1999, na 17 stanowiskach (st.) rozmieszczonych w miarę proporcjonalnie wzdłuż biegu rzeki, oceniono względą liczebność ryb odławianych 'na stałą jednostkę wysiłku' i przeliczano na 500 m linii brzegowej. Opublikowana praca, wykonana na zlecenie Polskiego Związku Wędkarskiego zawiera jedynie względną liczbę osobników obecnych gatunków, którą zaprezentowano na wykresie, w czterostopniowej skali liczebności (Penczak i inni 2000).

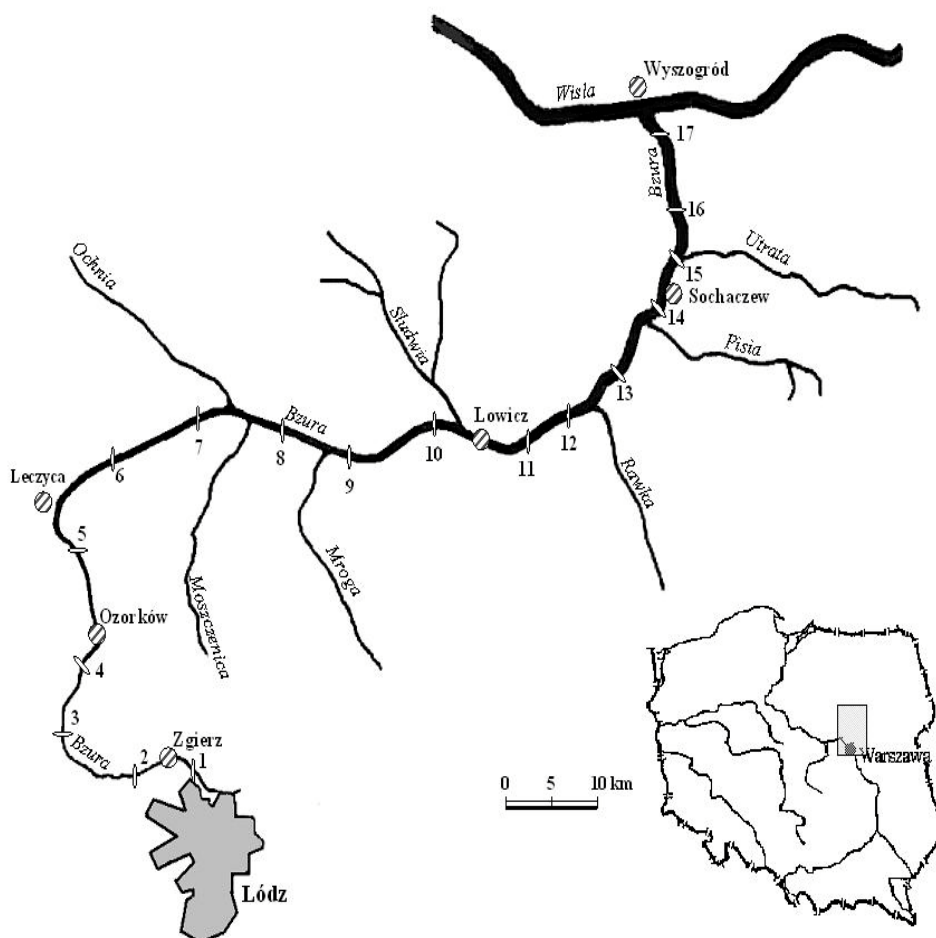
Celem pracy jest pokazanie z jaką szybkością i efektywnością powracającą do rzeki gatunki rzeczne, fakultatywnie rzeczne oraz, w którym momencie i z jaką szybkością zasiedlają Bzurę 'nowe nie-rodzime' taksony.

2. MATERIAŁ I METODY

Bzura o długości 166 km i powierzchni zlewni 7644 km², wypływa ze źródeł usytuowanych w Lesie Łagiewniki (płn.-wsch. obrzeża Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej (ŁAM), dzielnica Rogi), na wysokości 238 m n.p.m.), a Wisłę osiąga w Wyszogrodzie, na wysokości 64 m n.p.m. (Rys. 1). Bzura na 4 km biegu wpływa na tereny Zgierza, najpierw płynie w naturalnym korycie przez łąki i pastwiska, a poniżej fabryki „Boruta” (do roku 1990 produkująca farby i lakiery, z surowców nieorganicznych), surowe, przemysłowe ścieki uwalnia do zamkniętego, betonowego kanału (wysokość

1,4 m, szerokość 2 m), płynącego przez środek Zgierza, na długości 10 km; poniżej granic miasta Bzura płynie w otwartym, uregulowanym korycie.

W 1999 roku nasza informacja o jakości wody w rzece Bzura pochodziła z Raportu o stanie czystości wody (Biblioteka Monitoringu, 1997) i odnosiła się do kilku wskaźników (BZT5, ChZT, chlorki, twardość całkowita i kilka metali testowych). W latach 2009, 2011 i 2013 na kolejnych stanowiskach mierzono pięć parametrów wody, w dniu połowu ryb: przewodność, rozpuszczony tlen, nasycenie tlenem, pH i temperaturę wody za pomocą miernika.



Rys. 1. Rozmieszczenie stanowisk połowu ryb w rzece Bzurze.

Fig. 1. Sites distribution along the Bzura River course.

Tabela 1. Gatunki ryb złowione w Bzurze; gatunki rzeczne (RS) oznaczone są *, stare gatunki nierodzone (oNN) oznaczone symbolem +, ostatnio pojawiające się gatunki nierodzone (rNN) oznaczone symbolem ++, ostracophil oznaczony literą o, i fakultatywne rzeczne gatunki (FRS) nie są oznaczone. Druga kolumna, nazwy ryb po łacinie

Table 1. Fish species captured in the Bzura River; riverine species (RS) are marked by *, old not-native species -(oNN) marked by +, recently not-native ones (rNN) marked by ++, ostracophil marked by o, and facultative riverine species (FRS) are not marked. Second column – fish Latin name

**Nie pilnujące, jaja rozproszone na odkrytym podłożu (A.1)
Non-guarding and open substratum eggs scattering (A.1)**

litho-pelagophils (A.1.2)	<i>Lota lota</i> (L.)	miętus / burbot*
lithophils (A.1.3)	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch)	szweja / spirlin*
	<i>Aspius aspius</i> (L.)	boleń / asp*
	<i>Chondrostoma nasus</i> (L.)	świnka / nase*
	<i>Barbus barbus</i> (L.)	brzana / barbel*
	<i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	kleń / chub*
phyto-lithophils (A.1.4)	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L.)	jelec / dace*
	<i>Leuciscus idus</i> (L.)	jaż / ide*
	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	plóć / roach
	<i>Alburnus alburnus</i> (L.)	ukleja / bleak
	<i>Abramis brama</i> (L.)	leszcz / bream
	<i>Perca fluviatilis</i> L.	okoń / perch
phytophils (A.1.5)	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	jazgarz / ruffe
	<i>Esox lucius</i> L.	szczupak / pike
	<i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	krap / silver bream
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	wzdreğa / rudd
	<i>Tinca tinca</i> (L.)	lin / tench
	<i>Cyprinus carpio</i> L.	karp / carp*
	<i>Carassius carassius</i> (L.)	karaś / crucian carp
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch)	karaś sreb. / gibel*
<i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	piskorz / mud loach	
psammophils (A.1.6.)	<i>Cobitis taenia</i> (L.)	koza / spined loach*
	<i>Sabanejewia aurata</i> (Filippi)	koza złota / golden loach*
	<i>Barbatula barbatula</i> (L.)	śliz / stone loach*
	<i>Gobio gobio</i> (L.)	kielb / gudgeon*

**Nie-pilnujące i wylęg ukryty (A.2) /
Non-guarding and brood hiding (A.2)**

ostracophils (A.2.4) *Rhodeus sericeus* (Pallas) różanka / bitterling °

**Pilnujące i wylęg dozorowany (B.1) /
Guarding and clutch tending (B.1)**

phytophils (B.1.4) *Leucaspis delineatus* (Heckel) słonecznica / sunbleak
Silurus glanis L. sum / wells*
Pseudorasbora parva (Schlegel) czebaczek amurski / topmouth
gudgeon**
Perccottus gleni Dybowski trawianka / Chinese sleeper**
Neogobius fluviatilis (Pallas) babka rzeczna / monkey goby**
Proterohinus marmoratus (Pallas) babka rurkonosa / tubenose
goby**
Neogobius gymnotrachelus (Kessler) babka łysa / racer goby**

**Pilnujące i gniazdujące (B.2) /
Guarding and nesting (B. 2)**

ariadnophils (B.2.4) *Gasterosteus aculeatus* L. ciernik / stickleback
Pungitius pungitius (L.) cierniczek / ten-spined
stickleback
phytophils (B.2.5) *Sander lucioperca* (L.) sandacz / zander
speleophils (B.2.7) *Cottus gobio* L. głowacz / bullhead*

Od roku 1990, jakość wód Bzury ulega postępującej poprawie, gdyż w latach 90. powstał nowy zakład Boruta-Zachem, produkujący farby i pigmenty oraz podstawowe kosmetyki, ale z wysokiej jakości organicznych surowców. Nad nowymi odpadami uwalnianymi do rzeki czuwa nowa miejska oczyszczalnia wody neutralizująca / redukująca zawiesiny, zasady, fosfor całkowity, żelazo i fenole.

W roku 1999 dane o jakości wód płynących Bzurą zaczerpnięto z Raport o Stanie Czystości Wód (1997), który zawierał informacje o kilku wskaźnikach (BOD₅, COD, chlorkach, twardości wody i kilku metalach). W latach 2009, 2011 i 2013 sami mierzyliśmy na stanowiskach w dniu połowu ryb: konduktywność wody, tlen rozpuszczony, nasycenie tlenem, pH i temperaturę wody używając miernik – WTW MultiLine P4.

Ryby poławiano agregatem na prąd stały pulsujący: 230 V i 3–10 A, z agregatu 3 kW (Penczak 1981). Jednorazowy połów na stanowisku był wykonywany tą samą techniką, na tzw. „stałą jednostkę wysiłku”, zgodnie

z regułą Beklemishev'a (Backiel i Penczak 1989). Małą, płytką rzekę odławiano brodząc z 2 anodo-czerpakami, idąc pod prąd wody na odcinku 100 m, natomiast w rzekach o przeciętnej głębokości poniżej 0,5 m, połów 2 anodo-czerpakami wykonywano z łodzi, spływając w dół rzeki na odcinku 500 m. Liczbę zidentyfikowanych w połowie ryb przeliczano zawsze na 500 m linii brzegowej (Kruk 2007).

Na 17, zawsze tych samych stanowiskach, wczesną jesienią, w latach 1999, 2009, 2011 i 2013, pobierano próby ryb, tą samą techniką łowienia. Ma to pierwszoplanowe znaczenie, aby móc nazwać badania monitoringowymi (Spellerberg 1991). Łącznie zidentyfikowano 30 434 osobniki, należące do 37 gatunków, o łącznej masie 1571,26 kg. Stosowane nazwy gatunków i ich przynależność do grup rozrodczych przedstawiono w Tab. 1.

Gatunki nie rodzime w badanym rybobstanie, tzw. stare nie-rodzime to: karp (uwolniony do naszych wód w średniowieczu) i karaś srebrzysty, 200 lat temu. Zidentyfikowane w pracy nowe nie-rodzime gatunki, w liczbie 5 pojawiły się w wodach śródlądowych około 20 lat temu (Kostrzewa i Grabowski 2004). Stąd do Bzury nie wpłynęły jeszcze w roku 1999, bo do lewobrzeżnych dopływów Wisły jeszcze nie dotarły (Kostrzewa i Grabowski 2002).

Analizę klasterową populacji ryb w Bzurze, dla każdego roku pobrania prób ryb oddzielnie wykonano programem PC-ORD 4.0 (McCune & Mefford 2011), aby łatwiej śledzić wrost zasiedlenia koryta cieku przez gatunki ryb, a także istotne zmiany w relatywnej biomasy pojawiających się gatunków, z upływem czasu. Gatunki ryb zostały sklasyfikowane do grup rozrodczych według kryteriów Balon'a (1990).

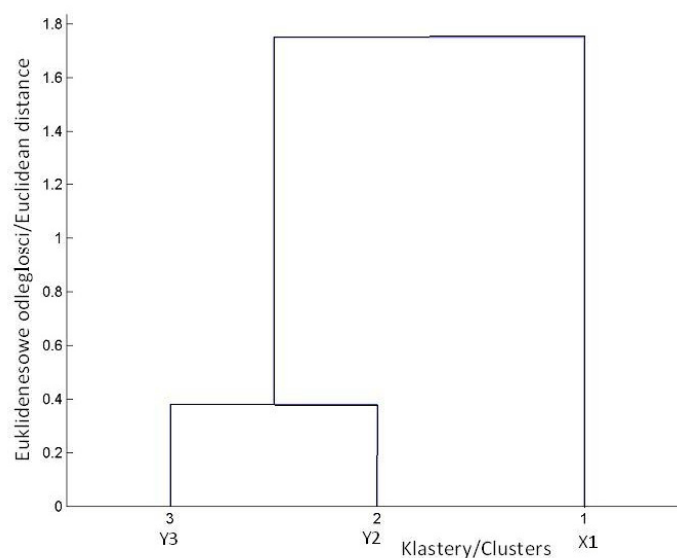
3. WYNIKI

W wyodrębnionych trzech klasterach (Rys. 2), zawierających dane dla 4 terminów poboru prób, większość stanowisk znalazła się w tych samych klasterach, szczególnie w latach 2009 i 2011. Stworzyło to pewną dogodność dla analizy wyników, bo pozytywne zmiany w składzie ichtiofauny Bzury ułożyły się w gradiencie klasterów od X1 (uboga ichtiofauna, początek badań) do Y3 (najbogatsza ichtiofauna, koniec badań, Rys. 2, Tab. 2). Większe różnice w tym rozkładzie poprawy jakości składu rybobostanu można po części wytłumaczyć. Żadna próba ryb z roku 1999 nie jest obecna w klasterze Y3 (stanowiska z największą i najszybszą poprawną jakością wody; Tab. 2), a w klasterze X1 były wszystkie stanowiska od 1 do 10, które zebrano w roku 1999 i wszystkie w kolejności pochodzą z terenów ŁAM, aż pod Łowicz (Rys. 1, Tab. 2).

Tabela 2. Liczba stanowisk w wyodrębnionych klasterach (X1, Y2 i Y3), na których obecne były gatunki ryb w czterech terminach pobierania prób; próby ryby odławiano zawsze na 17 stanowiskach usytuowanych wzdłuż biegu rzeki Bzury.

Table 2. Number of sites in separate clusters (X1, Y2 and Y3), where species of fish were present in four sampling years; fish samples were always collected at 17 sites, along the length of the Bzura River.

Pół w roku / Year of sampling	Liczba gatunków / species number	X1	Y2	Y3	Liczba stanowisk w klasterach X/Y / Sites number in clusters X/Y
1999	22	10	7	0	10/7
2009	28	6	3	8	6/11
2011	27	7	4	6	7/10
2013	37	4	5	8	4/13



Rys. 2. Wyodrębnione klasterzy ze stanowiskami ryb i Euklidenesowe odległości pomiędzy nimi (patrz Tab. 2), w czterech terminach pobierania prób.

Fig. 2. Separate clusters with fish samples (see Tab. 2), in four dates of sampling.

Na odcinku Bzury, w sąsiedztwie st. 1 rzeka obciążana jest spływami zanieczyszczeń z nielicznych zabudowań, a ubogi rybostan formuje tu pospolity ciernik, czasami kiełb i karaś srebrzysty, natomiast nikt z moich licznych rozmówców nt. ryb Bzury, „nie widział nie słyszał”, aby na

odcinku tej rzeki od st. 2 do st. 10 (do roku 1990) ktoś widział lub słyszał o złowionej rybie. Mimo postępującej szybko likwidacji produkcji w zakładzie Boruta, na przełomie lat 1989/1991, to jeszcze w kilku kolejnych latach Bzurę na tym odcinku nazywano ściekiem. Wzrosty zanieczyszczenia jej wód miały miejsce podczas stanów powodziowych w wyniku wymywania nadal obecnych toksyn, skumulowanych w osadach dennych i brzegach ciek. Chyba, aby poznać lepiej proces regeneracji ichtiofauny tej rzeki należałoby zbadać jej górny bieg, w mniejszym przedziale czasowym od zamknięcia starej fabryki, a także skrócić czas pomiędzy badaniami w latach 1999, a 2009.

Odrębność ubogich jakościowo i ilościowo populacji ryb na stanowiskach włączonych do klasteru X potwierdza Euklidenes'a odległość od niego obu klasterów Y, na poziomie $>1,7$ (Rys. 2). Natomiast w roku 2011, przesunięcie stanowisk z Y2 do X1 i Y3 do X1 (Tab. 2), spowodowane było wielkimi wezbraniami rzeki (intensywne opady) i wymywania z brzegów oraz z odsłanianego głębiej dna, przemysłowych zanieczyszczeń; o sile tego klimatycznego zdarzenia świadczą zerwane w środkowym biegu rzeki, dwa nowe mosty cementowe, wzmocnione wiązaniami ze stali.

Wskaźnik stałości występowania dla wielu gatunków ryb, w tym także gatunków rzecznych w latach 2009–2011 dla wielu gatunków zwiększył się prawie dwukrotnie (np. miętus, jaź, okoń, szczupak, różanka, kiełb).

Jakościowe zmiany w ostatnim roku badań (2013) to pojawienie się nowych trzech taksonów w rozrodzkiej grupie phytophils (B.1.4) (Tab. 1). Z rodzimych gatunków odłowiono pojedyncze sumy (grupa B.1) z grupy wiekowej (0+) na stanowiskach w dole rzeki (13, 16 i 17 g) i można przypuszczać, że osobniki rodzicielskie wpłynęły na tarło z Wisły, bo dla narybku pokonanie pod prąd około 30 km (st. 13) było by zbyt energochłonne. Drugi gatunek (grupa B.2.7), który pojawił się na koniec badań to głowacz białopłetwy (na st. 2, pięć osobników o wadze 0,8 g (czyli wylęg), a na st. 13, dorosły okaz – 11,5 g. Z nowych gatunków-nie rodzimych to godne odnotowania jest pojawienie się na kilku stanowiskach trawianki i babki rurkonosej.

Odnnotowanie w roku 2013, 37 gatunków, stawia obecnie rybostan Bzury w rzędzie rzek Centralnej Polski z najbardziej bogatą i różnorodną ichtiofauną. Początek jej regeneracji rozpoczął się w cieku, w którym rybostan należał do najbardziej zniszczonych.

Niepokojącym jest jednak fakt, że w roku 2009 pojawiły się po raz pierwszy, i to na kilku stanowiskach, dwa gatunki inwazyjne, a w roku 2013 ich liczba wzrosła do 5 i dwa z nich osiągnęły wysoką stałość występowania i liczebność.

4. DYSKUSJA

Do badań nad inwentaryzacją ryb w rzekach Polski, za pomocą pola elektrycznego przystąpiłem w latach 60. stosując agregat, który wykonałem, korzystając z pomocy fizyków i mechaników rodzimej uczelni (Penczak 1967b). Podjąłem również badania sprawdzające jego wiarygodność przy zbieraniu reprezentatywnych prób ryb w rzekach (Penczak 1967a). Obecne badania terenowe wykonano zgodnie z założeniami Spellerberg (1991), potwierdziły poczynione wcześniej spostrzeżenia, że pierwsze gatunki wchodzące do rzek po ograniczonej poprawie jakości wody to fakultatywnie rzeczne (Penczak i Koszalińska 1993). I to one formowały najbogatsze ilościowo populacje, z najwyższymi wartościami biomasy, stąd pojawienie się tu wędkarzy.

Gatunki rzeczne zwłaszcza ważne dla wędkarzy (świnka, brzana) pojawiły się w klastercie Y3, i dopiero w roku 2013 i to zarówno narybek (0+) i dorosłe okazy, na kilku stanowiskach usytuowanych na granicy środkowego i dolnego biegu, na licznych tu bystrzach.

Ciesząc się z szybkiej regeneracji ryb w Bzurze, chyba nie możemy być obojętni na pojawienie się aż 5 gatunków nowych nie-rodzimy taksonów zwłaszcza, że babka rzeczna stała się taksonem o jednej z największych wartości wskaźnikami stałości występowania i liczebności i to w przeciągu 4 lat.

Przeglądając literaturę związaną z regeneracją ichtiofauny po zaprzestaniu uwalniania do rzeki trujących toksyn, natrafiono na pracę Dauba i inni (1997), gdzie również fabryka ulokowana była w źródłowym odcinku rzeki, a pozytywne zmiany w odbudowie ichtiofauny zaobserwowano po zamianie surowców do produkcji. Po ponad 20 latach trwających spływach ścieków do rzeki Baïse (75 km długiej, Francja) nieorganiczne surowce azotowe używanych do produkcji prochu zastąpiono je organicznymi. A ponadto uporządkowano gospodarkę ściekową we wsiach leżących wzdłuż doliny rzeki oraz ograniczono na rolniczych terenach spływy wód deszczowych do rzeki (Dauba i inni 1997). Efekt tych działań był widoczny po niecałych 20 latach, bo pojawiły się ponownie bezkręgowce i ryby, które tutaj wyginęły (Dauba i inni 1997). Autorzy tej pracy stwierdzili szybką i dynamiczną rekolonizację ryb, po upływie kilkunastu lat, podobnie jak my w Bzurze. Badania Francuzów i obecne sugerują, że skuteczne zatrzymanie odpływu toksycznych ścieków do rzeki, pozwala na szybką restytucję nawet gatunków rzecznych, które jako pierwsze giną po uwolnieniu do rzeki toksyn. Zachowanie produkcji i pracy dla ludzi w wyniku zmiany surowca do produkcji jest godne uwagi i znalazło to potwierdzenie już w dwóch pracach, z Francji i Polski. Poza tym nie jest to kosztowna zmiana i bez udziału ze strony PZW, a ryby powróciły do rzeki (Penczak 1996).

PODZIĘKOWANIA

Anonimowemu recenzentowi dziękuję za krytyczne uwagi i poprawki wniesione do maszynopisu pracy. Dziękuję za udział w badaniach terenowych pracownikom i studentom naszej katedry: Dagmarze Błońskiej, Joannie Grabowskiej, Łukaszowi Kapuście, Lidii Marszał, Dariuszowi Pietraszewskiemu, Krzysztofowi Tłoczkowi i Mariuszowi Trzydelowi.

Badania finansowane były przez Komitet Badań Naukowych (nr projektu KBN 3 P04G 062 25) i Polski Związek Wędkarski.

5. SUMMARY

After 1989, the fish fauna of the Bzura River was in a state of decline. In the river, between the towns of Zgierz and Łowicz, when the water levels rose, there appeared individuals of facultative river species, and below, up to the estuary, the fish fauna was never much richer. Since 1994, the quality of water in the Bzura River, downstream of Zgierz, began to improve gradually, and during our first research (1999), anglers began to appear on the river banks with fishing rods, downstream of Łowicz (Fig. 1).

Fish samples obtained on four dates (1999, 2009, 2011 and 2013) were deployed in 3 clusters (Fig. 2), in a gradient system for improving water purity. In cluster X1 there are 10 samples from 1999, and any one in Y3 (Tab. 2). However, in 2013, when the quality of water in the middle and lower reaches of the Bzura river was the best, most of the localities were found in cluster Y3 (13). Y2 contains mainly samples collected in the middle course of the river (Tab. 2). Some riverine species were represented there, although not frequently, by small size chub, ide and dace only. Riverine species with the highest frequency there were in Y3, although in this cluster there were positions with the largest lithophils, due to the presence of mature barbel and nase.

New non-native species were represented in 2013 by 5 species and among them monkey goby was distinguished by high specificity and fidelity, among all 37 species (Tab. 1).

6. LITERATURA

- Backiel T., Penczak T. 1989. The fish and fisheries in the Vistula River and its tributary, River Symposium, Honey Harbour, Ontario, Canada. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106, 488–503.
- Balon E.K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. Guelph Ichthyol. Rev. 1, 1–48.

- Dauba F., Lek S., Mastrorillo S., Copp G.H. 1997. Long-term recovery of macrobenthos and fish assemblages after water pollution abatement measures in the River Petite Baïse (France). *Arch. Env. Conser. Toxicol.* 33, 277–285.
- Kostrzewa J., Grabowski M. 2002. Babka szczupła, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 181 l), w Wiśle – fenomen inwazji ponto-kaspijskich Gobiidae – *Prz. Zool.* 46 (3–4), 235–242.
- Kostrzewa J., Grabowski M., Zięba G. 2004. Nowe inwazyjne gatunki ryb w wodach Polski. *Arch. Pol. Fish.* 12 (3–4), 21–34.
- Kruk A. 2007. Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. *J. Appl. Ichthyol.*, 23, 9–18.
- Kulmatycki W. 1936. Hydrografia i rybostan rzek województwa łódzkiego. *Czas. Przyr. Ilustr.*, 10, 123–150.
- Penczak T. 1967a. Rola agregatu prądu stałego i ankiety w poznaniu rybostanu rzek. *Prz. Zool.*, 11 (1), 18–24.
- Penczak T. 1967b. Biologiczne i techniczne podstawy połowy ryb stałym prądem elektrycznym. *Prz. Zool.*, 11(2), 114–131.
- Penczak T. 1968a. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część Ia. Hydrografia i rybostan Bzury i dopływów. *Acta Hydrobiol.*, 10(4), 471–479.
- Penczak T. 1968b. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część Ib. Hydrografia i rybostan Pilicy i jej dopływów. *Acta Hydrobiol.*, 10(4), 499–524.
- Penczak T. 1996. Natural regeneration of endangered fish populations in the Pilica drainage basin after reducing human impacts. 121–133. In: Kirchhofer A., Hefti D. (Eds.) *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Advances in Life Sciences.* Birkhäuser Verlag, Basel–Boston–Berlin, 341 pp.
- 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., Koszaliński H., Zięba G. 2000. Ichtiofauna rzeki Bzury. *Rocz. Nauk. PZW*, 13, 23–33.
- Penczak T., Kruk A., Marszał L., Galicka W., Tybulczuk S., Tsydel M. 2012. Regeneracja ichtiofauny Bzury i Neru po ograniczeniu dopływu zanieczyszczeń przemysłowych. *Rocz. Nauk. PZW*, 25, 85–93.
- Raport o stanie czystości wody 1997. Biblioleka Monitoringu, Łódź.
- Spellerberg I.F. 1991. *Monitoring Ecological Change.* Cambridge University Press, Cambridge, 334 pp.
- Wałęcki A. 1864. *Materyały do fauny ichtiologicznej Polski. 2. Systematyczny przegląd ryb krajowych.* Warszawa, Druk Gazety Polskiej.

Deklaracja autora o udziale w przygotowaniu publikacji:

Praca nie posiada autorów nieujawnionych.

