

GRZEGORZ ZIĘBA*, TADEUSZ PENCZAK, BARTOSZ JANIC
SZYMON TYBULCZUK, MARIUSZ TSZYDEL, WANDA GALICKA

ICHTIOFAUNA SYSTEMU RZĘKI BROK

FISH FAUNA OF THE BROK RIVER SYSTEM

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

ABSTRACT

Fish distribution and abundance were investigated in the Brok River system (72.9 km long, right side tributary of the Bug River) in 2010. At 17 sampling sites a total of 6314 individuals representing 24 lamprey and fish species (22 native and 2 alien) were collected by electrofishing. The most numerous species in the whole catchment were: roach, bleak and gudgeon. The dominant reproductive guilds were phytophils (8 species) and phytolithophils (6 species). Spirlin, asp, chub and Ukrainian brook lamprey were the only lithophilic species recorded in the whole river system. Most of the Brok River tributaries were strongly human-impacted by channel regulation, while the main channel by pollution. The impact of a water pollution incident observed on 20 July 2010 has significantly influenced the quantitative structure of the fish fauna.

Key words: lowland river system, natural river, fish assemblages, species domination, stability of occurrence, water pollution.

* Autor do korespondencji: fringill@biol.uni.lodz.pl

1. WSTĘP

Aktualny stan poznania fauny ryb i minogów w Polsce opisany przez Witkowskiego i Kotusza (2008) wydaje się zadowalający, jednak w wielu przypadkach uogólnienia dotyczące dużych systemów rzecznych, jakim jest np. Bug, prowadzić mogą do nieuzasadnionych wniosków. Ichtyofauna Bugu badana była bowiem punktowo, z zastosowaniem metod nie pozwalających na ilościową charakterystykę rybostanu, a dodatkowo większość dopływów odławiana była na pojedynczych, przyujściowych stanowiskach (Danilkiewicz 1997, Błachuta i inni 2002). Dopiero podjęcie kompleksowych badań całego systemu Bugu zapoczątkowane przez Marszał i innych (2006) zaowocowało publikacją szeregu prac opisujących nie tylko przestrzenne rozmieszczenie i strukturę zgrupowań ryb, lecz także charakterystykę zmian w ichtyofaunie systemu Bugu (Zięba i inni 2008, Marszał i inni 2009, 2010, Penczak i inni 2010, 2011).

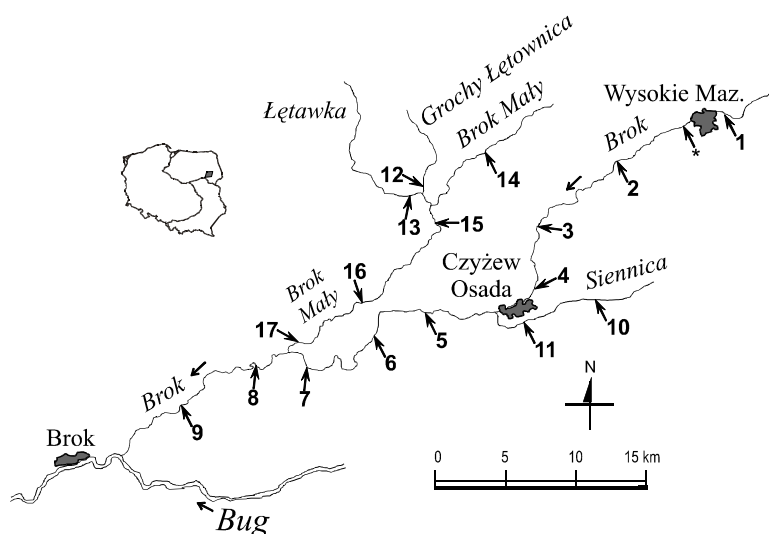
Jednym z niezbadanych kompleksowo z zachowaniem unifikacji metod połowu dopływów Bugu jest Brok, którego koryto mimo prowadzonych regulacji (Dojlido i inni 2003) zachowało niemal na całej długości naturalny charakter. Ciek podlega jednak nieustannie bardzo silnej antropopresji, głównie w postaci ogromnego ładunku zanieczyszczeń ze spływów powierzchniowych oraz odprowadzanych przez działające w jego zlewni zakłady przetwórstwa spożywczego (Raport WIOŚ Białystok 2010). Mimo, iż zależności pomiędzy jakością wody a zespołami ryb są często bardzo zwodnicze (Rose 2000), pojawiające się okresowo śniecia ryb w Broku (Komunikat WIOŚ Białystok „O stanie czystości rzek” z dnia 27.07.2010 r.) świadczą, iż poziom parametrów środowiska kluczowych dla przetrwania ryb był przekraczany.

Wobec powyższego, w ramach kontynuacji badań nad fauną ryb i minogów całego systemu Bugu prowadzonych przez Katedrę Ekologii i Zoologii Kręgowców Uniwersytetu Łódzkiego, podjęto badania, których celem było poznanie aktualnego przestrzennego rozmieszczenia oraz struktury fauny ryb i minogów systemu rzecznej Brodu.

2. TEREN BADAŃ

Brok (Rys. 1) jest prawostronnym dopływem Bugu, wypływa na wysokości 144 m n.p.m. i w odcinku źródłowym stanowią go dwie strugi, łączące się poniżej miejscowości Brok. Rzeka ma 72,9 km długości całkowitej i uchodzi do Bugu na 87,4 km jego biegu koło miasta Brok, na terenie Puszczy Białej – Obszaru Natura 2000 (Kod: PLB140007). Powierzchnia zlewni Brodu wynosi 810,4 km², a średni odpływ jednostkowy około 4,2–4,59 l s⁻¹ km⁻² (Dombrowski i inni 2002). Rzeka odwadnia głównie Wysoczyznę Wysokomazowiecką (urozmaiconą przez zdenudowane pagórki zwirowe) należącą do Niziny Północnopodlaskiej oraz częściowo, w swoim

ujściu, fragment Niziny Środkowomazowieckiej z Doliną Dolnego Bugu (Kondracki 1998). Charakterystyczny dla tego odcinka rzeki jest szeroki, łąkowy taras zalewowy z licznymi starorzeczami oraz piaszczystym, zalesionym tarasem wydmyowym. W zlewni, która jest mało zasobna w wodę, dominują gliny i piaski lodowcowe (Podział hydrograficzny Polski 1983, Kondracki 1998).



Rys. 1. Stanowiska połowu ryb rozmieszczone w systemie rzeki Brok. Objasnienia: nazwy rzek napisane kursywą, nazwy miejscowości – czcionką normalną, * – badano tylko jakość wody.

Fig. 1. The sites of fish sampling located in the Brok River system. Explanations: river names marked by italics, localities by normal letters, * – only water quality data were collected.

W górnym biegu rzeka została uregulowana, a szerokość koryta na pierwszym badanym stanowisku (Rys. 1) wynosiła 4 m (Tab. 1). Prawie cała powierzchnia lustra wody pokryta była roślinnością wynurzona, poza którą nie było dostępnych dla ryb żadnych innych kryjówek (Tab. 1). Dno stanowił niemal wyłącznie piasek. O niekorzystnych warunkach dla bytowania ryb świadczyła niska zawartość rozpuszczonego w wodzie tlenu i dość wysoka przewodność (Tab. 1). Bardzo wyraźne pogorszenie jakości wody stwierdzono jednak dopiero poniżej miejscowości Wysokie Mazowieckie. Prawdopodobnym źródłem zanieczyszczenia była działająca tam oczyszczalnia ścieków Spółdzielni Mleczarskiej „Mlekovita”. W dniu 27.08.2010 r. poniżej przetwórnicy odnotowano rekordową, w skali systemu rzecznej, konduk-

tywność wody wynoszącą $1428 \mu\text{Scm}^{-1}$ przy pH wynoszącym 5,51. Stopniowa poprawa jakości wody następująca w dalszym biegu wynikała z zachodzących procesów samooczyszczania rzeki możliwych dzięki zachowaniu jej naturalnego charakteru. Począwszy od st. 3, aż do ujścia, brzegi rzeki porastały bardzo liczne drzewa, a meandrujące koryto obfitowało w naturalne kryjówki dla ryb w postaci zwalonych drzew, zatopionych gałęzi, podmytych korzeni, czy zwisającej roślinności nadbrzeżnej (Tab. 1). Przekrój poprzeczny koryta był bardzo zróżnicowany. Koryto obfitowało w głębozki, a szerokość lustra wody wahała się od 5 m (st. 5) do 14 m (st. 4) (Tab. 1). Wzdłuż całego dalszego biegu (st. 3–9) głębokość Broku była bardzo zmienna, a w podłożu, poza dominującym piaskiem, znaczny udział miał też żwir i kamienie. Bardzo licznie występowała roślinność zanurzona, pokrywając miejscami (st. 7) około 80% powierzchni dna (Tab. 1). Tylko w górnym biegu rzeki (st. 1) oraz w strefie przyujściowej (st. 9) w niedalekim sąsiedztwie rzeki zlokalizowane były duże kompleksy leśne, natomiast w środkowym biegu przeważały łąki i pastwiska oraz tereny użytkowane rolniczo. Mimo, iż w literaturze istnieją wzmianki o regulacji Broku (Dojlido i inni 2003), ciek, za wyjątkiem górnego biegu (st. 1), sprawiał wrażenie naturalnego – jego koryto silnie meandrowało, a jedyny próg wodny w Kosutach (st. 7) nie stanowi bariery migracyjnej dla ryb. Mały przepływ oraz liczne zrzuty ścieków powodują, że na całej badanej długości rzeka prowadzi wody nieodpowiadające normom bytowania ryb w warunkach naturalnych. Czynnikiemami decydującymi okazały się niska zawartość tlenu oraz przekroczone stężenia związków azotu i fosforu (Raport WIOŚ Warszawa 2008, Informacja Podlaskiego WIOŚ 2010). Głównym źródłem skażenia rzeki są zakłady przemysłowe działające w zlewni Broku, oraz ścieki bytowe. Odsetek użytków rolnych zmeliorowanych do ogólnej powierzchni jest wysoki (np. gmina Andrzejewo 63%), co przyczynia się również do znacznego spływu wód powierzchniowych i zanieczyszczenia azotanami i fosforanami (Dojlido i inni 2003, Irmiński 2004).

Siennica to lewostronny, uregulowany dopływ Broku o długości 18,2 km i powierzchni zlewni wynoszącej 74 km^2 (Rys. 1). Ciek wpada do Broku na 40,5 km jego biegu, w miejscowości Czyżew (Informacja Podlaskiego WIOŚ 2010). Na badanych stanowiskach głębokość w nurcie nie przekraczała 0,6 m a dominującą frakcją podłoża był piasek. Dno dodatkowo pokrywała warstwa mułu, a jedynymi dostępnymi kryjówkami dla ryb była zwisająca roślinność nadbrzeżna (Tab. 1). Głównym źródłem zanieczyszczenia Siennicy są ścieki komunalne i przemysłowe z miejscowości Czyżew („Sokołów” S.A. Oddział Zakłady Mięsne „Farm Food”). Stan ekologiczny wody w punkcie kontrolno pomiarowym w Czyżewie oceniono jako umiarkowany, wskazując jednak na wysoką zawartość biogenów oraz na podatność na eutrofizację (Informacja Podlaskiego WIOŚ 2010). W dniu elektropólów konduktywność na badanych st. 10 i 11 wyniosła odpowiednio 635 oraz $739 \mu\text{Scm}^{-1}$ (Tab. 1).

Tabela 1. Morfometria stanowisk w systemie rzeczny Broku.
Table 1. Morphometry of sites in the Brok River system.

1.	2*	3	4*	5	6	7*	8*	9*
1. Numer stanowiska / Site number								
2. Rzeka / River	Brok							
3. Odległość od ujścia [km] / Distance from mouth [km]	65,5	51,2	44,4	34,2	28,0	21,3	14,1	7,1
4. Data pobrania próby / Sampling date	27.08.10	27.08.10	26.08.10	24.08.10	26.08.10	25.08.10	26.08.10	26.08.10
5. Średnia szerokość [m] / Mean width [m]	4	5,5	14	5	8	7	12	10
6. ^{a)} Średnia (maks.) głębokość [m] Mean (max.) depth [m]	0,5 (0,9)	0,6 (1,3)	0,5 (0,8)	0,6 (1,0)	1,0 (1,3)	1,0 (3,0)	1,3 (>3)	1,0 (2,0)
7. Głęboczki / Pools	-	-	+++	+++	+++	++	++++	++++
Budowa dna / Bottom substrate								
Piasek / Sand	100	95	70	85	80	60	89	80
Żwir / Gravel	0	0	20	10	10	20	10	10
Kamienie / Stones	0	5	10	5	10	20	1	10
Inne / Others	0	0	0	0	0	0	0	0
Muł / Mud	30	90	40	10	60	30	20	20
9. ^{c)} Rośliny zanurzone / Submerged plants	0	60	70	60	25	80	15	10
10. ^{c)} Rośliny wynurzone / Emerged plants	80	20	40	20	50	20	30	10
11. ^{d)} Kryjówki / Shelters	zr	zr, zw	k, zw, g, zd, zr, pb	zr, zw, pb	k, g, zd, zr, pb, zw	zr, s, k, g, zd, zw, pb	zr, k, g, zd, zw, pb	g, zr, zw, k, pb, zd
12. Drzewa wzdłuż brzegów (zacinienie [%]) Trees along banks (canopy [%])	+ (95)	• (10)	+++ (30)	++ (20)	+ (30)	++ (40)	+++ (30)	+++ (20)
13. ^{e)} Charakter koryta rzeczno Features of river channel	R	N	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
14. ^{f)} Tereny przyległe / Adjacent area	pa, rol	pa	rol, pa, la	pa, rol	rol, pa	pa	rol, pa	rol
15. Przewodnictwo wody [µS cm ⁻¹] Water conductivity [µS cm ⁻¹]	608	1174	1156	1178	1139	952	744	688
16. Tlen [mg dm ⁻³] / Dissolved oxygen [mg dm ⁻³]	2,96	1,75	6,73	6,95	4,67	6,03	7,77	7,99
17. Nasytlenie tlenem [%] / Oxygen saturation [%]	30,5	17,8	68,4	64,3	48,2	64,9	81,6	82,3
18. pH	6,96	7,64	8,14	7,97	7,88	7,97	7,87	7,99

Tabela 1. Ciąg dalszy.
Table 1. Continued.

1.	10	11	12	13	14	15	16*	17
2.	Siennica	Grochy Łętowica	Łętawka	Brok Mały				
3.	9,6	3,6	0,2	4,3	34,0	23,6	10,8	3,5
4.	26.08.10	8.07.09	25.08.10	25.08.10	24.08.10	25.08.10	25.08.10	25.08.10
5.	1,5	2,2	1,5	1,5	1,5	4,5	5,0	4,0
6. a)	0,3 (0,5)	0,6 (0,6)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)	0,5 (0,9)	0,7 (1,2)	1,0 (3,5)	0,5 (0,9)
7.	-	-	++	++	+	+++	++++	+
	90	100	100	100	98	100	25	90
8. b)	5	0	0	0	1	0	25	10
	5	0	0	0	0	0	50	0
	0	0	0	0	1	0	0	0
9. b)	70	100	80	5	90	30	20	70
	5	0	0	5	0	35	30	80
10. c)	5	0	100	5	80	25	10	15
11. d)	zr	zr	zr	zr	zr, k, g, s	zr, k, g, zw, pb	k, pb, g, zw	zr, k, zw, g, pb
12.	• (30)	- (95)	+++ (90)	• (80)	+	++ (50)	+++ (70)	+++ (70)
13. e)	R	R	N	R	Nm	Nm	Nm	Nm
14. f)	pa, zab	pa	pa, la	pa	pa	pa	pa	pa
15.	635	739	696	648	698	636	638	569
16.	6,56	5,19	5,62	6,75	4,58	4,66	5,07	5,53
17.	67,1	53,5	56,5	70,5	48,5	48,5	52,2	58,7
18.	7,69	7,82	7,44	7,85	7,64	7,51	7,47	7,66

Objaśnienia: * stanowiska obławiane z łodzi; a) w strefie nurtu; b) odsetek pokrycia dna, pokrycie dna mułem oceniano niezależnie od pozostałych frakcji; c) odsetek pokrycia linii brzegowej; d) kryjówki: g – gąłazie, zd – zwalone drzewa, k – korzenie, zw – zwisająca wiklina, zr – inna zwisająca roślinność, pb – podmyty brzeg, s – śmieci; e) N – rzeka naturalna, Nm – rzeka naturalna meandrująca, R – koryto regulowane, wyprostowane; f) pa – pastwiska i łąki, rol – pola uprawne, la – las, nu – nieużytki, zab – zabudowania; / - / brak, / • / <5%, / + / 5-20%, / ++ / 21-40%, / +++ / 41-60%, / ++++ / 61-80%, / +++++ / 81-100%.

Explanations: * sites 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: g – branches, zd – fallen trees, k – roots, zw – overhanging willow branches, zr – other overhanging plants, pb – eroded bank, s – litters; e) N – natural river, Nm – meandering natural river, R – river regulated, straightened; f) pa – pastures and meadows, rol – cropland, la – forest, nu – wasteland, zab – buildings; / - / none, / • / <5%, / + / 5-20%, / ++ / 21-40%, / +++ / 41-60%, / +++++ / 61-80%, / +++++ / 81-100%.

Grochy Łętownica to około 8 km dopływ Łętawki, badany był na jednym stanowisku (Rys. 1). Mocno zacienione, naturalne koryto miało około 1,5 m szerokości, a niemal całe piaszczyste dno pokryte było warstwą mułu. Woda w dniu połowów odznaczała się dość wysoką przewodnością ($696 \mu\text{Scm}^{-1}$) przy zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie na poziomie $5,62 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tab. 1).

Łętawka, zwana również Łętówką – ciek o długość około 14 km, który wypływa w okolicach wsi Krajewo-Budziły, płynie w kierunku południowym i po minięciu wsi Łętownica wpada do Broku Małego. Ichtiofauna cieków badana była na jednym stanowisku o uregulowanym korycie, którego głębokość nie przekraczała 0,3 m. Poza zwisającą roślinnością strumień nie zapewniał rybnym żadnych innych kryjówek. Piaszczyste dno jedynie w niewielkim stopniu porastała roślinność zanurzona (Tab. 1). W sąsiedztwie badanego stanowiska znajdowały się pastwiska.

Brok Mały – największy prawostronny dopływ Broku (34,9 km długości) wypływa na wysokości 140 m n.p.m. koło miejscowości Miodusy Wielkie. W zlewni przeważają gliny i piaski na glinach. Rzeka uchodzi do Broku w miejscowości Gaczkowo (Podział hydrograficzny Polski 1983). Na wszystkich kontrolowanych stanowiskach koryto charakteryzowało się dosyć dużym zacienieniem, wynikającym z obecności nadbrzeżnych zadrzewień. Głębokość wody w punktach badawczych była zróżnicowana, przy czym największą odnotowano na st. 16 (Rys. 1, Tab. 1). Ten odcinek charakteryzował się dodatkowo najbardziej zróżnicowanym podłożem, którego dominującą frakcją były kamienie. Bardzo licznie występowały głębozki, a kryjówki dla ryb stanowiły również korzenie, podmyty brzeg oraz zatopione gałęzie i zwalone drzewa. Brok Mały wykazywał naturalny charakter – na badanych stanowiskach jego koryto meandrowało wśród pastwisk. Wartości przewodnictwa wody zawierały się w granicach $569\text{--}698 \mu\text{Scm}^{-1}$ i malały na stanowiskach znajdujących się bliżej ujścia (Tab. 1).

3. MATERIAŁ I METODY

Badania ichtiofauny systemu rzeki Brok odbywały się w sierpniu 2010 r. W celu oszacowania składu i struktury rybostanu wytypowano 17 stanowisk do połowu ryb, w tym 9 na cieku głównym (Rys. 1).

Ryby łowiono z zachowaniem unifikacji metod (Penczak 1967, Backiel i Penczak 1989) z użyciem agregatu spalinowego stosując prąd dwupołwkowy wyprostowany o parametrach: 230V, 2,5 kW, 50 Hz przy pomocy dwóch anodoczerpaków. W oparciu o regułę Beklemisheva (Backiel i Penczak 1989) w zależności od wielkości rzeki stosowano różne jednostki wysiłku. Cieki o głębokości do 0,8 m obławiano po obu brzegach na odcinku 100 m brodząc w ich górę (uznając, że połów obejmował 200 m linii brzegowej), natomiast ryby na stanowiskach o głębokości powyżej 0,8 m odławiano spływając biernie łodzią na odcinku 500 m obławiając jeden brzeg

cieków. Wyniki elektropołów z płytszych stanowisk przeliczono, w celu ich ustandaryzowania, na 500 m. Wszystkie złowione osobniki identyfikowano, liczono i ważono, a następnie wypuszczano do miejsc schwytania. Ogółem odłowiono 6314 osobników należących do 23 gatunków ryb oraz 18 osobników minoga ukraińskiego o łącznej masie 161,5 kg. Gatunki uporządkowano według grup rozrodczych zaproponowanych przez Balona (1975).

Do analizy struktury i rozmieszczenia ichtiofauny wykorzystano wskaźnik biocenotyczny: dominacji $D_i = n_i/N * 100$, oraz stałości występowania $C_i = s_i/S * 100$, gdzie n_i – liczba osobników należących do gatunku i ; N – liczba wszystkich osobników w próbie, s_i – liczba stanowisk z gatunkiem i , S – łączna liczba stanowisk.

Stanowiska połowu ryb scharakteryzowano morfometrycznie oraz dokonano pomiarów podstawowych parametrów fizyko-chemicznych wody, tj. stężenia tlenu rozpuszczonego, nasycenia tlenem, odczynu i przewodnictwa elektrycznego wody (Tab. 1). Pomiarów dokonano przy użyciu miernika wieloparametrowego MultiLine P4 (WTW, Niemcy).

4. WYNIKI

W systemie rzeki Brok dominującym pod względem liczebności gatunkiem okazała się płoć (43,5% złowionych osobników), która jednocześnie była nieobecna w małych dopływach Broku (Tab. 2, 3). Liczebnie współdominowały ukleja i kiełb (odpowiednio 17,8% i 15,7%) (Tab. 3). Aż 13 gatunków nie osiągnęło 1% udziału w całkowitej liczbie odłowionych osobników. Pod względem biomasy dominowały: płoć (39,7%) oraz szczupak (29,5%). Udział żadnego z pozostałych gatunków nie przekroczył 10% (Tab. 3). Najwyższą stałością występowania (82%) charakteryzował się kiełb występujący na 14 stanowiskach. Co najmniej połowę badanych stanowisk zasiedlały ponadto szczupak, płoć, okoń, śliz i miętus (Tab. 3). Pojedyncze stanowiska zasiedlały natomiast: piekielnica, boleń, jelec, krap i babka szczupła. Liczba gatunków stwierdzanych na stanowisku wahała się od 1 (stanowisko 1) do 16 (stanowisko 9) (Rys. 2, 3, Tab. 2). Dominującą grupą rozrodczą były fitofile (9 gatunków), przed fito-litofilami i litofilami (odpowiednio: 5 i 4 gatunki) (Tab. 3). 11 gatunków ryb było obserwowanych wyłącznie w cieku głównym, natomiast piskorza i cierniczka napotkano tylko w dopływach. W systemie Broku odłowiono 5 prawnie chronionych gatunków. Były to: minóg ukraiński, koza, piskorz, różanka i piekielnica. Stwierdzono również obecność 2 gatunków obcych tj. karasia srebrzystego i babki szczupłej.

W korycie głównym **Broku** odłowiono 5376 osobników należących do 21 gatunków ryb oraz minoga ukraińskiego (Rys. 2). Zdecydowanym dominantem, zarówno pod względem liczebności jak i biomasy, była płoć. Na wszystkich stanowiskach, na których gatunek ten występował osiągał liczebności powyżej 100 osobników/500 m linii brzegowej. Subdominantem

liczebnym była ukleja, natomiast pod względem biomasy – szczupak. Cztery gatunki tj. płoć, okoń, szczupak i kiełb odznaczały się 89% stałością występowania i były odławiane na wszystkich stanowiskach poza źródłowym (Rys. 2, Tab. 3). Na st. 1 przy niemal całkowitym pokryciu lustra wody bardzo gęstą roślinnością wynurzona (Tab. 1) stwierdzono obecność tylko karasia srebrzystego, jednak już na kolejnych stanowiskach (2–8) liczba stwierdzanych gatunków była niemal stała i wynosiła od 8 (st. 3) do 10 (st. 6, 8) (Rys. 2). Dość wyraźny wzrost liczebności obecnych w Broku gatunków obserwowano przed miejscowością Czyżew Osada (st. 5). Natomiast w odcinku poniżej ujścia Siennicy, a zarazem poniżej zrzutu z oczyszczalni ścieków dla miasta Czyżew Osada oraz okolicznych zakładów przemysłowych (st. 6) odnotowano istotny spadek liczebności większości obecnych w cieku gatunków, za wyjątkiem klenia i uklei (Rys. 2). Ponowny wzrost zagęszczenia ryb odnotowano poniżej ujścia Broku Małego (st. 7). Wzrostowi liczebności towarzyszył przyrost biomasy, stąd np. na stanowisku 8 złowiono ponad 33 kg ryb i minogów, natomiast na przyujściowym (st. 9) stwierdzono ponad 42 kg na 500 m linii brzegowej. Dodatkowo odnotowano tam obecność aż 15 gatunków ryb i minoga ukraińskiego, jednak liczebność aż 12 gatunków nie przekraczała 20 osobników na 500 m linii brzegowej. Na uwagę zasługuje obecność przy ujściu do Bugu reofilnego bolenia, inwazyjnej babki szczupłej oraz prawnie chronionych: piekielnicy, kozy, minoga ukraińskiego i różanki (Rys. 2).

Tabela 2. Liczebność (N) i biomasa w gramach (B) ryb przeliczona na 500 m linii brzegowej w dopływach Broku.

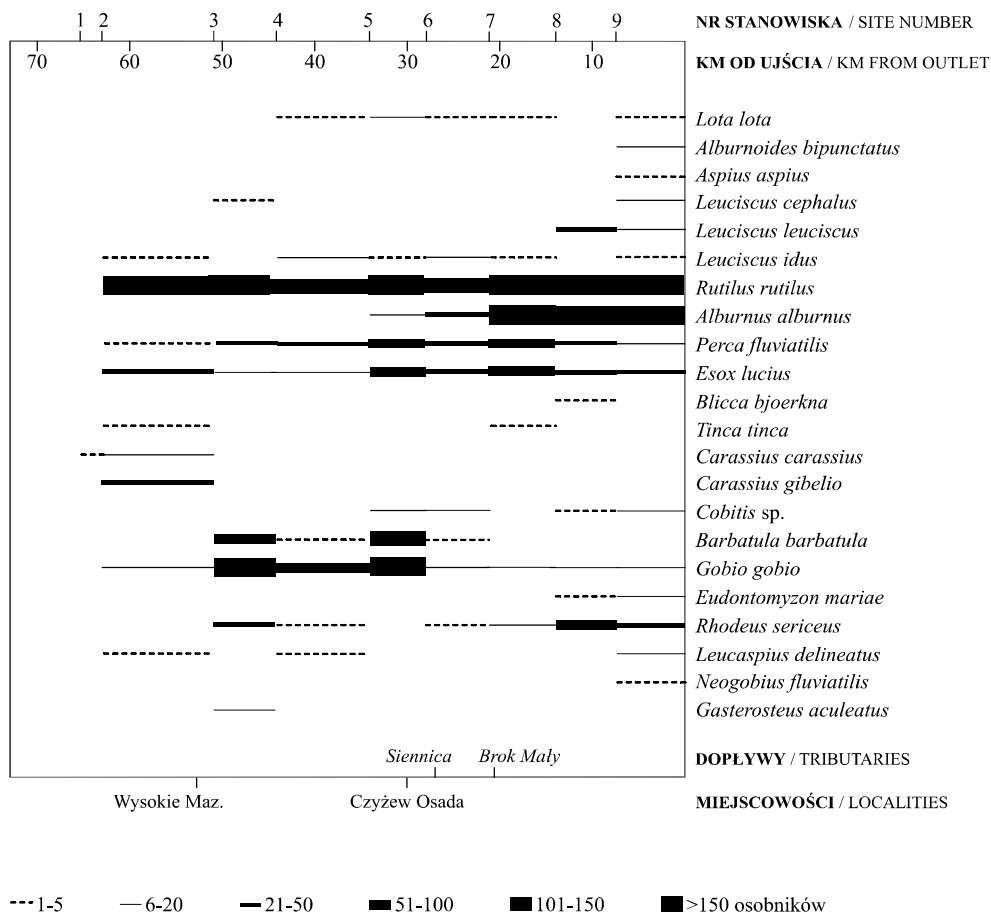
Table 2. Fish number (N) and biomass in grams (B) per 500 m of bank line in the tributaries of the Brok River.

Stanowisko / Site	10		11		12		13	
Rzeka / River	Siennica				Grochy Łętownica		Łętawka	
Gatunek / Species	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Esox lucius</i>			2,5	202,5				
<i>Carassius carassius</i>	7,5	570,0						
<i>Carassius gibelio</i>	47,5	1665,0	7,5	307,5			175,0	3343,3
<i>Misgurnus fossilis</i>							5,0	30
<i>Barbatula barbatula</i>	40,0	252,5			17,5	56,0	5,0	50
<i>Gobio gobio</i>	177,5	570,0	25,0	243,8			2,5	22,5
<i>Leucaspius delineatus</i>					7,5	7,5		
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			2,5	0,6			47,5	17,8
<i>Pungitius pungitius</i>	150,0	140,0			67,5	72,9	7,5	6,3
Łącznie / Total	422,5	3197,5	37,5	754,4	92,5	136,4	242,5	3469,8

Tabela 3. Dominacja (D_i), stałość występowania (C_i) i procentowy udział w ogólnej biomacie (B_i) dla poszczególnych gatunków w systemie rzeczonym Broku, w rzekach Brok oraz Brok Mały; klasyfikacja gatunków według Balona (1975, 1990).

Table 3. Dominance (D_i), occurrence stability (C_i) and percentage of total biomass (B_i) for species in the Brok River system, in the main channel of Brok and Brok Mały Rivers; reproductive guilds according to Balon (1975, 1990).

Grupy rozrodcze / reproductive guilds	System Broku / Brok system			Brok			Brok Mały		
	D_i	C_i	B_i	D_i	C_i	B_i	D_i	C_i	B_i
Litopelagofil/lithopelagophil (A.1.2)									
<i>Lota lota</i> , miętus	1,7	53	1,5	0,3	56	0,6	9,9	100	11,7
Litofile / lithophils (A.1.3)									
<i>Albumoides bipunctatus</i> , piekielnica	0,1	6	0,0	0,1	11	0,0			
<i>Aspius aspius</i> , boleń	0,0	6	0,0	0,0	11	0,0			
<i>Leuciscus cephalus</i> , kleń	0,5	18	1,7	0,6	33	2,0			
Fitolitofile / phytolithophils (A.1.4)									
<i>Leuciscus leuciscus</i> , jelec	0,1	6	0,3	0,1	11	0,4			
<i>Leuciscus idus</i> , jaź	0,4	35	6,2	0,5	67	7,0			
<i>Rutilus rutilus</i> , płoc	43,5	65	39,7	50,2	89	42,7	30,9	75	21,4
<i>Alburnus alburnus</i> , ukleja	17,8	35	1,6	22,8	56	1,8	0,1	25	0,0
<i>Blicca bjoerkna</i> , krap	0,0	6	0,1	0,1	11	0,1			
<i>Perca fluviatilis</i> , okoń	3,7	65	9,6	3,7	89	9,8	5,6	75	10,0
Fitofile / phytophils (A.1.5)									
<i>Esox lucius</i> , szczupak	4,6	76	29,5	4,0	89	28,7	10,6	100	47,3
<i>Tinca tinca</i> , lin	0,0	12	0,5	0,0	22	0,6			
<i>Carassius carassius</i> , karaś pospolity	0,2	12	0,4	0,1	11	0,2			
<i>Carassius gibelio</i> , karaś srebrzysty	2,9	35	4,7	0,7	22	2,9	0,7	25	1,6
<i>Misgurnus fossilis</i> , piskorz	0,1	12	0,1				0,3	25	0,7
<i>Cobitis taenia</i> , koza	0,5	35	0,1	0,5	44	0,1	0,7	50	0,2
Psammofile / psammophils (A.1.6)									
<i>Gobio gobio</i> , kielb	15,7	82	2,7	11,0	89	2,1	35,7	75	5,8
<i>Barbatula barbatula</i> , śliz	3,2	59	1,0	2,9	44	0,9	1,8	75	1,1
Litofile / lithophils (A.2.3)									
<i>Eudontomyzon mariae</i> , minóg ukraiński	0,2	12	0,0	0,2	22	0,1			
Ostrakofil / ostracophil (A.2.4)									
<i>Rhodeus sericeus</i> , różanka	1,3	35	0,1	1,7	67	0,1			
Fitofile / phytophils (B.1.4)									
<i>Leucaspis delineatus</i> , słonecznica	0,2	24	0,0	0,1	33	0,0			
<i>Neogobius fluviatilis</i> , babka szczupła	0,0	6	0,0	0,1	11	0,0			
Ariadnofile / ariadnophils (B.2.4)									
<i>Gasterosteus aculeatus</i> , ciernik	1,1	24	0,0	0,2	11	0,0	3,2	25	0,1
<i>Pungitius pungitius</i> , cierniczek	2,2	29	0,1				0,3	50	0,0



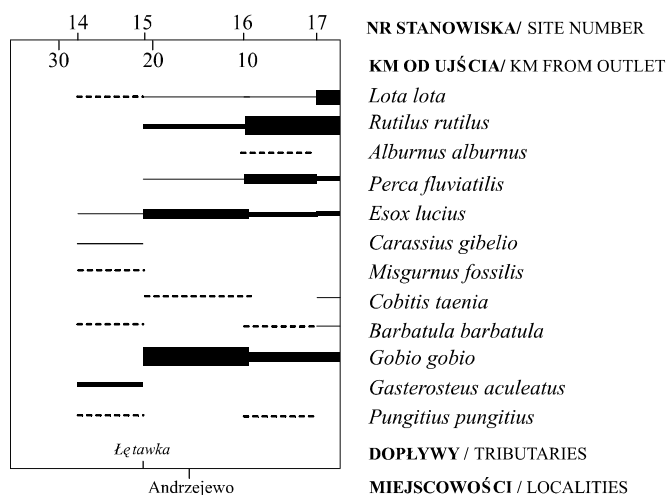
Rys. 2. Rozmieszczenie gatunków ryb i minogów wzdłuż biegu Broku. Grubość linii na diagramie wskazuje na liczbę osobników odłowionych na stanowisku w przeliczeniu na 500 m linii brzegowej.

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

Na dwóch uregulowanych stanowiskach **Siennicy** odłowiono łącznie 7 gatunków ryb, jednak na stanowisku 11 liczebność dominujących: kielbna i karasia srebrzystego była o rząd wielkości niższa niż w górnym biegu rzeki (st. 10), gdzie szczególnie bogatą populację tworzyły dodatkowo cierniczek i śliz (Tab. 2). Zdecydowanym dominantem pod względem biomasy był jednak karaś srebrzysty, którego biomasa oszacowano na blisko 1,7 kg na 500 m linii brzegowej cieku.

Niewielki strumień, dopływ **Łętawki – Grochy Łętownica** zasiedlony był jedynie przez 3 gatunki ryb, tj. cierniczka, śliza i słonecznicę. Nato-

miast ichtiofaunę **Łętawki** stanowiło 6 gatunków ryb, spośród których najliczniejszy był karaś srebrzysty. Na 100 m odcinku strumienia odłowiono 70 osobników tego gatunku o łącznej masie ponad 1,3 kg (Tab. 2). Pozostałe gatunki, poza dość liczny ciernikiem (Tab. 2), reprezentowane były przez pojedyncze osobniki.



Rys. 3. Rozmieszczenie gatunków ryb wzdłuż biegu Broku Małego. Objasnienia jak na Rys. 2.
Fig. 3. Fish species distribution along the Brok Mały River. Explanations as in Fig. 2.

Elektropólówy na **Broku Małym** prowadzono na 4 stanowiskach, na których odłowiono łącznie 620 osobników należących do 12 gatunków ryb. Na każdym stanowisku napotkano miętusa i szczupaka. Na pojedynczych stanowiskach występowały: ukleja, karaś srebrzysty, piskorz i ciernik (Rys. 3). Współdominantami pod względem liczebności były kiełb (35,7%) i płoć (30,9%), natomiast pod względem biomasy dominował szczupak (47,3%). Na uwagę zasługuje wyjątkowo wysoki udział miętusa zarówno w liczebności (9,9%) jak i biomasy (11,7%) (Tab. 3). W Broku Małym nie złowiono żadnych ryb należących do litofilnej grupy rozrodzkiej, natomiast najliczniej reprezentowane były psammofile (37,5%) oraz fitolitofile (36,6%) (Tab. 3).

5. DYSKUSJA

Brok ze względu na swoją długość (72,9 km) oraz stopień rozwoju sieci rzecznej należy do średnich cieków w systemie Bugu. Pod względem napotkanego bogactwa gatunkowego (21 gatunków ryb oraz minóg strumieniowy) przewyższa jednak inne rzeki. Przykładowo w Huczwie – cieku o zbliżonej długości (74,6 km) odnotowano tylko 18 taksonów (Marszał

i inni 2009). Skład gatunkowy dopływów i cieku głównego współzależą od siebie (Kostrzewa 2000). Odcinek Bugu, do którego wpada Huczwa jest silnie zdegradowany – stwierdzono tu obecność tylko 21 gatunków ryb. Natomiast na odcinku Bugu, w którym znajduje się ujście Broku odnotowano aż 30 taksonów (Penczak i inni 2010). Zły stan cieku głównego znajduje zatem odbicie w jakości zespołów ryb jego dopływów.

Mimo iż Brok na wielu odcinkach charakteryzował się naturalnym korytem, zapewniającym dogodne warunki bytowania dla ryb reofilnych, to podobnie jak w większości dopływów Bugu (Marszał i inni 2006, Zięba i inni 2008, Marszał i inni 2009, 2010, Penczak i inni 2011) dominującą grupą rozrodczą były tu fitolitofile, stanowiące ponad 65% odłowionych osobników, z bardzo liczną płcią i ukleją (Tab. 3). W przeciwieństwie do cieków zdegradowanych (Wolter i Vilcinskis 1997) wyjątkowo niski udział w dominacji miał okoń, zwykle towarzyszący płoci w zdegradowanych ciekach (Backiel i inni 2000, Penczak i Kruk 2000, Kruk 2006). Za dominację całej fitolitofilnej grupy rozrodzkiej odpowiedzialny wydaje się zły stan jakości wody Broku (Raport WIOŚ Białystok 2010), sprzyjający obecności gatunków eurytopowych (Oberdorff i Hughes 1992, Wolter i Vilcinskis 1998) i stanowiący zarazem barierę dla potencjalnych kolonizatorów z Bugu. O podejmowanych próbach zasiedlenia systemu Broku przez gatunki z cieku głównego świadczyć może jednak obecność na przyujściowym stanowisku Broku, dość licznej w Bugu, babki szczupłej (Danilkiewicz 1998, Kostrzewa i inni 2004, Penczak i inni 2010). W najbliższej przyszłości można spodziewać się, że również babka łysa (*Neogobius gymnotrachelus*) obecna w Bugu w okolicach ujścia Broku (Grabowska i inni 2010, Penczak i inni 2010) podejmie próbę zasiedlenia tego cieku. Przyujściowe stanowisko, wykazując się największym bogactwem gatunkowym, stanowiło miejsce występowania także pojedynczych osobników bolenia i piekielnicy należących do litofilnej grupy rozrodzkiej. Ze względu na brak obu taksonów w przyległym odcinku Bugu, to dopływ może stać się źródłem kolonizatorów, jak to miało miejsce np. w przypadku Neru (Kostrzewa 2000, Kostrzewa i Penczak 2002). Mimo, iż w Broku poza boleniem i piekielnicą łowiono również klenia i minoga ukraińskiego, to całkowity udział litofili w całym systemie nie przekroczył 1%. Dogodne warunki bytowania w Broku Małym znalazł natomiast litopelagofilny miętus, stanowiący niemal 10% odłowionych tam ryb, a udział psammofili w całym systemie Broku (18,9%), był jednym z najwyższych wśród badanych dopływów Bugu (Marszał i inni 2006, Zięba i inni 2008, Marszał i inni 2009, 2010, Penczak i inni 2011).

Mimo zainteresowania badaczy ichtiofauną systemu Bugu (Danilkiewicz 1997, 2001, Błachuta i inni 2002, Buras i inni 2006) większość jego dopływów nie była badana kompleksowo. Spośród 16 gatunków ryb stwierdzonych w Broku przez Danilkiewicza (1997) na jednym przyujściowym stanowisku, w trakcie obecnych badań nie potwierdzono występo-

wania czterech taksonów, tj. kielbja białopłetwego (*Gobio albipinnatus*), kozy złotawej (*Sabanejewia aurata*), głowacza białopłetwego (*Cottus gobio*), oraz leszcza (*Abramis brama*). Trzy spośród nich to niewielkich rozmiarów ryby występujące na piaszczystym, bądź kamienistym dnie, których odławianie w trakcie spływania łodzią na głębokich stanowiskach jest często kwestią przypadku. Obecność leszcza można wiązać z bliskością Bugu, gdzie jego występowanie potwierdzono także w trakcie ostatnich badań (Penczak i inni 2010). Podana dla Broku przez Danilkiewicza (1997) lista gatunków musi być jednak poszerzona o kolejnych 12 taksonów. Po raz pierwszy w systemie Broku stwierdzono obecność zarówno chronionych: minoga ukraińskiego i różanki, jak również okonia, lina, karasia, karasia srebrzystego, słonecznicy, babki szczupłej i cierniczka, a także cennych z wędkarskiego punktu widzenia gatunków reofilnych: bolenia, jelca i jazia (Tab. 3).

Przetrawianie tych dosyć bogatych zespołów ryb i minogów w Broku może jednak być zagrożone. Obserwowane w dniach 8–19 lipca 2010 r. poniżej miejscowości Czyżew Osada odtlenienie wody, wynikające ze spływu wód opadowych, doprowadziło w dniu 20 lipca do masowego śnięcia ryb (Komunikat WIOŚ Białystok „O stanie czystości rzek” z dnia 27.07.2010 r.). Elektropołowy prowadzone na odcinku, który objęła ta katastrofa (Rys. 2, st. 6) ewidentnie wskazały na znaczny ubytek ilościowy ichtiofauny. Wydaje się, iż szczególnie mocno dotyczył on psammofilnej grupy rozrodczej. Powrót do stanu sprzed 20 lipca potrwa zapewne jakiś czas. Należy bowiem pamiętać, że odbudowa ekosystemów jest procesem bardzo złożonym i odbywa się na wielu poziomach biologicznych w różnym czasie (Kelly i Harwell 1990).

Wspomniana katastrofa jest ewidentnym przykładem, jak niepożądane działanie człowieka (intensywne nawożenie, zanieczyszczenie wód) w połączeniu z nieprzewidywalnymi czynnikami atmosferycznymi (wysoka temperatura i gwałtowne opady), mogą doprowadzić w niestabilnym, narażonym na silną antropopresję ekosystemie, do katastrofy ekologicznej. Wobec planów utworzenia rekreacyjnego zbiornika zaporowego na Broku (informacja ustna MO PZW) tym ważniejsze wydaje się, zachowanie jego koryta w naturalnym, niezmienionym stanie. Przegradzanie tamą rzeki niosącej tak wielki ładunek biogenów nieuchronnie doprowadzi do eutrofizacji jej wód, a katastrofy takie jak z dnia 20 lipca 2010 roku stać się mogą codziennością. Należy bowiem pamiętać, że w rzekach nizinnych głównymi czynnikami sprzyjającymi samooczyszczaniu jest wysoki stopień naturalnego zróżnicowania koryta rzecznoego, niski stopień modyfikacji przez człowieka oraz obecność zanurzonych roślin naczyniowych (Heidenwag i inni 2001).

Podsumowując, ichtiofauna systemu Broku, choć zdominowana przez płoć, ale zawierająca jedynie dwa gatunki inwazyjne tj. babkę szczupłą i karasia srebrzystego, oraz aż 5 gatunków z Załącznika II Dyrektywy Rady

92/43/EWG (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. 1992), zasługuje na ochronę realizowaną poprzez troskę o zachowanie możliwie najwyższej jakości wód i naturalnego charakteru cieków.

PODZIĘKOWANIA

Za udział w badaniach terenowych dziękujemy Dagmarze Błońskiej. Dr. Łukaszowi Głowackiemu jesteśmy wdzięczni za weryfikację tekstów angielskojęzycznych. Badania finansowane były z grantu MNiSW N N305 101635, przez Polski Związek Wędkarski i Uniwersytet Łódzki.

6. SUMMARY

In August 2010 electrofishing and investigation of water quality were conducted at 17 sites in the catchment of the naturally meandering Brok River (Fig. 1, Tab. 1). Catches were conducted from a boat, or while wading, with the use of a full-wave rectified, pulsed electroshocker (2.5 kW, 220 V) and two anode dipnets. A total of 6314 specimens (total weight of 161.5 kg) belonging to 24 species were identified (Tab. 3). Species distributions along the Brok River and Brok Mały River (biggest tributary) were presented on a six degree scale (Fig. 2, 3), while along other streams of the catchment in Table 2. Most numerous were phytophils (8 species), followed by phytolithophils (6 species), whose dominance accounts for 65.5% of abundance (Tab. 3). Roach (*Rutilus rutilus*) was predominant in the whole river system (43.5%), but noticeable was the burbot's (*Lota lota*) contribution to the dominance (9.9%) and to the total biomass (11.7%) of the Brok Mały River fish fauna. Only two non-native fish species were recorded: gibel (*Carassius gibelio*) and monkey goby (*Neogobius fluviatilis*). From its sources (site 2) down to the mouth, the river was heavily polluted, although a visible improvement in the quality of water proceeded downstream. The water pollution incident that occurred on 20 July 2010 has significantly influenced the quantitative structure of the Brok River ichthyofauna. In view of the current heavy biophiles load, the arrangements of damming the river seem unacceptable.

7. LITERATURA

- 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). Honey Harbour, Ontario, Canada, 14–21 September 1986, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106.
- Backiel T., Wiśniewski W., Borzęcka I., Buras P., Szlakowski J., Woźniewski M. 2000. Fish assemblages in semi-natural and regulated large river stretches. Pol. Arch. Hydrobiol., 47, 29–44.

- Balon E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. *J. Fish Res. Can.*, 32, 821–864.
- Balon E.K. 1990. Epigenesis on an epigeneticist: the development of some alternative concepts on early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyol. Rev.*, 1, 1–48.
- Błachuta J., Błachuta J., Kuszniierz J. 2002. Ichtiofauna Bugu. ss. 168–183 (W: Korytarz ekologiczny doliny Bugu. Stan – Zagrożenia – Ochrona. Red. A. Dombrowski, Z. Głowacki, W. Jakubowski, I. Kovalchuk, Z. Michalczyk, M. Nikiforov, W. Szwałgier, K.H. Wojciechowski) Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- Buras P., Szlakowski J., Wiśniewolski W. 2006. Zespoły ryb jako element biocenozy w ocenie stopnia degradacji środowiska rzek. ss. 157–171 (W: Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych. Praca zbiorowa). Wydawnictwo Futura, Poznań.
- Danilkiewicz Z. 1997. Minogi oraz ryby rzeki Bugu i jego polskich dopływów. *Arch. Pol. Fish.*, 5, Suppl. 2, 5–82.
- Danilkiewicz Z. 1998. Babka szczupła, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), Perciformes, Gobiidae – nowy, pontyjski element w ichtiofaunie zlewiska Morza Bałtyckiego. *Fragm. faun.*, 41, 269–277.
- Danilkiewicz Z. 2001. Zagrożone gatunki ryb w rzekach środkowowschodniej Polski. *Rocz. Nauk. PZW*, 14 Suppl., 157–172.
- Dojlido J., Kowalczewski W., Miłaszewski R., Ostrowski J. (red.) 2003. Rzeka Bug. Zasoby wodne i przyrodnicze. IMGW, WSEiZ, Warszawa, ss. 416.
- Dombrowski A., Głowacki Z., Jakubowski W., Kovalchuk I., Nikiforov M., Michalczyk Z., Szwałgier W., Wojciechowski K.H. 2002. Korytarz ekologiczny doliny Bugu. Stan – Zagrożenia – Ochrona. Fundacja IUCN Poland, Warszawa, ss. 368.
- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. 1992. Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. 15, 2, 102–145.
- Grabowska J., Kotusz J., Witkowski A. 2010. Alien invasive fish species in Polish waters: an overview. *Folia Zool.*, 59, 73–85.
- Heidenwag I., Langheinrich U., Lüderitz V. 2001. Self-purification in upland and lowland streams. *Acta Hydroch. Hydrob.*, 29: 1, 22–33.
- Informacja Podlaskiego Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska w Białymstoku o stanie środowiska na terenie powiatu wysokomazowieckiego za rok 2009. 2010. WIOŚ Białystok, Delegatura Łomża, Łomża, ss. 59.
- Irmiński W. 2004. Program ochrony środowiska dla powiatu Ostrowskiego. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, ss. 101.
- Kelly J.R., Harwell M.A. 1990. Indicators of ecosystem recovery. *Environ. Mgmt.*, 14: 527–545.
- Kondracki J. 1998. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa, ss. 441.
- Kostrzewa J. 2000. *Wpływ degradacji rzeki na ichtiofaunę w jej dopływach*. Praca doktorska, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Łódzki.
- Kostrzewa J., Penczak T. 2002. Stan ichtiofauny dorzecza Neru i perspektywy jej restytucji. ss. 100–102 (W: raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2001 roku). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź, 2002.

- Kostrzewa J., Grabowski M., Zięba G. 2004. Nowe inwazyjne gatunki ryb w wodach Polski. Arch. Pol. Fish., 12, Suppl. 2, 21–34.
- Kruk A. 2006. Self-organizing maps in revealing variation in non-obligatory riverine fish in long-term data. *Hydrobiologia*, 553: 43–57.
- Marszał L., Zięba G., Przybylski M., Grabowska J., Pietraszewski D., Gmur J. 2006. Ichtiofauna systemu rzeki Liwiec. Roczn. Nauk. PZW, 19, 47–70.
- Marszał L., Kruk A., Tybulczuk S., Pietraszewski D., Tszedel M., Kapusta Ł., Galicka W., Penczak T. 2009. Ichtiofauna lewobrzeżnych dopływów polsko-ukraińskiego odcinka Bugu. Roczn. Nauk. PZW, 22, 59–86.
- Marszał L., Kruk A., Penczak T., Pietraszewski D., Tybulczuk S., Tszedel M., Kapusta Ł., Galicka W. 2010. Ichtiofauna lewobrzeżnych dopływów polsko-białoruskiego odcinka Bugu: systemy rzeczne Włodawki i Hanny. Roczn. Nauk. PZW, 23, 25–50.
- Oberdorff T., Hughes R.M. 1992. Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia*, 228: 117–130.
- Penczak T. 1967. Biologiczne i techniczne podstawy połowu ryb stałym prądem elektrycznym. Przegl. Zool., 11, 114–131.
- Penczak T., Kruk A. 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human-modified Polish rivers. *Ecol. Freshw. Fish*, 9, 109–117.
- Penczak T., Kruk A., Galicka W., Tybulczuk S., Marszał L., Pietraszewski D., Tszedel M. 2010. Ichtiofauna Bugu. Roczn. Nauk. PZW, 23, 5–24.
- Penczak T., Głowacki Ł., Zięba G., Marszał L., Galicka W., Tybulczuk S., Tszedel M., Janic B. 2011. Ichtiofauna dorzecza Krzny. Roczn. Nauk. PZW, 24, 69–96.
- Podział hydrograficzny Polski 1983. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Raport WIOŚ Białystok. 2010. Ocena stanu czystości rzek województwa podlaskiego w punktach pomiarowo-kontrolnych w 2009 roku. WIOŚ, Białystok.
- Raport WIOŚ w Warszawie. 2008. Jakość i zagrożenia wód powierzchniowych w województwie mazowieckim. Wyd. WIOŚ w Warszawie, Warszawa.
- Rose K.A. 2000. Why are quantitative relationships between environmental quality and fish populations so elusive? *Ecol. Applicat.*, 10, 367–385.
- Witkowski A., Kotusz J. 2008. Stan ichtiofaunistycznych badań inwentaryzacyjnych rzek Polski. Roczn. Nauk. PZW, 21, 23–60.
- Wolter C., Vilcinskis A. 1997. Perch (*Perca fluviatilis*) as an indicator species for structural degradation in regulated rivers and canals in the lowlands of Germany. *Ecol. Freshw. Fish*, 6, 174–181.
- Wolter C., Vilcinskis A. 1998. Fish community structure in lowland waterways: fundamental and applied aspects. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 45, 2, 137–149.
- Zięba G., Marszał L., Kruk A., Penczak T., Tybulczuk S., Kapusta Ł., Galicka W. 2008. Ichtiofauna systemu rzeki Nurzec. Roczn. Nauk. PZW, 21, 105–128.

