

TADEUSZ PENCZAK*, ANDRZEJ KRUK, JOANNA GRABOWSKA
ALICJA ŚLIWIŃSKA, HENRYK KOSZALIŃSKI, GRZEGORZ ZIEBA
SZYMON TYBULCZUK, WANDA GALICKA, LIDIA MARSZAŁ

**WPŁYW STOPNIOWEJ POPRAWY JAKOŚCI WODY W RZECIE NER
NA REGENERACJĘ ICHTIOFAUNY**

INFLUENCE OF GRADUAL IMPROVEMENT IN WATER QUALITY
ON THE REGENERATION OF FISH FAUNA IN THE NER RIVER

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

ABSTRACT

The Ner River (largest right-side tributary of the middle Warta River, Odra River system) was electrofished at 10 sites during four sampling terms (2000, 2002, 2004, 2005). The quality of water in the river, especially in its middle and lower course, has been influenced by sewage from the industrial agglomeration of Łódź (population of one million) for the latest several decades; till 2002, when the construction of the major sewage treatment plant (STP) in the agglomeration was finished, by sewage from Łódź, and till 2005 by industrial and domestic sewage from the town of Pabianice (population of 70 thousand) flowing along the Dobrzyńska Stream and emptying into the Ner River with omission of STP. In 2000–2002 in the middle course of the Ner (sites 4–7) only one perch, one roach, two prussian carp and a few stickleback specimens were sampled. After all divisions of the STP started operating in 2002 fish species extended a little their occurrence ranges in the middle course although they were still under the influence of toxic compounds accumulated in bottom sediments. In the lower course (sites 8–10) of the Ner River, fish fauna regeneration was more advanced because of migrants from the Warta River and a longer distance from the agglomeration of Łódź. In general in the lower course a change from a high dominance of stagnophils to high dominance of eurytopic species accompanied by rheophils was observed. The recorded fish fauna regeneration was natural, because the Polish Angling Association has been stocking the river in the middle and lower courses only since 2005.

Key words: polluted river, fishless reaches, sewage treatment plant, fish fauna regeneration.

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

1. WSTĘP

Na początku XX wieku Ner, w relacjach miejscowej ludności, był rybna rzeką, z urozmaiconą gatunkowo ichtiofauną (Penczak 1975). Choć niewiele później Kulmatycki (1936) pisał, że „ścieków z Łodzi nie był on [Ner] w stanie strawić na całym swym biegu”, to jednak jeszcze do końca lat 40. XX wieku na całej długości Neru wędkarze łowili ryby. Kulmatycki (1936) informował ponadto o częstym spływaniu śniętych ryb w ujściowym odcinku, co wskazywałoby na fakt, że wówczas ryby jeszcze w Nerze występowały, podpływając okresowo z Warty lub z dopływów (Penczak 1975). W późniejszych latach pojawiające się informacje o Nerze dotyczyły drastycznego wzrostu zanieczyszczenia jego wód i zanikania ryb (Penczak 1975). Degradacja jakości wody tej rzeki postępowała wraz z rozwojem Łodzi jako ośrodka przemysłowego. Pomimo działającej na Lublinku (obecnie dzielnica Łodzi) od 1932 r. oczyszczalni mechanicznej, w Nerze poniżej Łodzi praktycznie brakowało widocznych oznak życia. W opracowaniach pochodzących z lat 70. rzekę określano jako „otwarty ściek” (Penczak 1975). Zniszczenia rybostanu przez ścieki z Łodzi uniknął jedynie źródłowy odcinek rzeki, gdzie na początku lat 70. zarejestrowano obecność nawet 13 gatunków ryb (Penczak 1975).

W 1974 r. rozpoczęto budowę Grupowej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ) dla Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej (ŁAM). Pojawiła się wtedy nadzieja, że wkrótce stan wody w Nerze ulegnie znacznej poprawie, a wraz z nią zaistnieje szansa odnowy biologicznej rzeki. Zgodnie z rozporządzeniem Wojewódzkiej Rady Narodowej w Łodzi (1972, Nr 5), jakość wód Neru od źródeł do ujścia Dobrzyńki miała spełniać wymagania dla II klasy czystości, a poniżej aż do ujścia do Warty – III klasy czystości (w skali 3-stopniowej). Problem oczyszczenia ścieków z pozostałych miast planowano rozwiązać w kolejnych 2–3 latach (Dembiński i Drożdżyk 1999).

Według raportu Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska z 1994 r., badania jakości wody w Nerze prowadzone w ramach regionalnego monitoringu wykazały, że podstawowe wskaźniki zanieczyszczeń kilkakrotnie przekraczały normy dla III klasy czystości. Ponadto w osadach dennych wykryto obecność metali ciężkich: cynku, miedzi, rtęci, kadmu oraz znaczne ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, mających działanie kancerogenne. Na początku lat 90. szacowano, iż objętość zrzucanych ścieków, głównie z zakładów włókienniczych, przewyższała prawie 10-krotnie ilość wody naturalnie dopływającej w tym cieku do granic Łodzi (Kostrzewa i Penczak 2002).

Pierwszy kolektor, hale krat i piaskowników oddano do użytku dopiero w 1990 r. Pierwszy ciąg technologicznego oczyszczania ścieków GOŚ dla ŁAM uruchomiono w 1997 r., ale nie poprawiło to w widoczny sposób tragicznej sytuacji w Nerze, gdyż w dalszym ciągu wpływały do niego, poprzez Dobrzyńkę, nieoczyszczone ścieki komunalne i przemysłowe

z Pabianic (70 tys. mieszkańców). Za koniec budowy GOŚ można uznać rok 2002, w którym dobudowano linie biologicznego oczyszczania ścieków oraz ukończono hale z dmuchawami, dostarczającymi tlen mikroorganizmom rozkładającym zanieczyszczenia. Od czasu przystąpienia do Unii Europejskiej zakład jest modernizowany oraz rozbudowywany. Wprowadzane są nowe technologie, podwyższające jakość wody odprowadzanej do Neru. GOŚ stała się największą i jedną z najnowocześniejszych oczyszczalni ścieków w kraju.

Zawarty w tytule zwrot „naturalna regeneracja ichtiofauny” jest pospolitym sformułowaniem w światowej literaturze (Penczak 1996). Niemniej, podjęte przez nas badania są innowacyjne, ponieważ Ner był na liście najbardziej zanieczyszczonych rzek w kraju (Kostrzewa i Penczak 2002), dzięki czemu zaistniała możliwość śledzenia procesów regeneracji ichtiofauny na jego odcinkach o różnym stopniu degradacji, w tym w środkowym biegu, gdzie doszło do całkowitego zaniku ryb.

Celem niniejszych badań, które rozpoczęto na dwa lata przed zakończeniem budowy GOŚ, było rejestrowanie naturalnych zmian w zasięgach występowania oraz liczebności gatunków ryb, pojawiających się w miarę poprawy jakości wody.

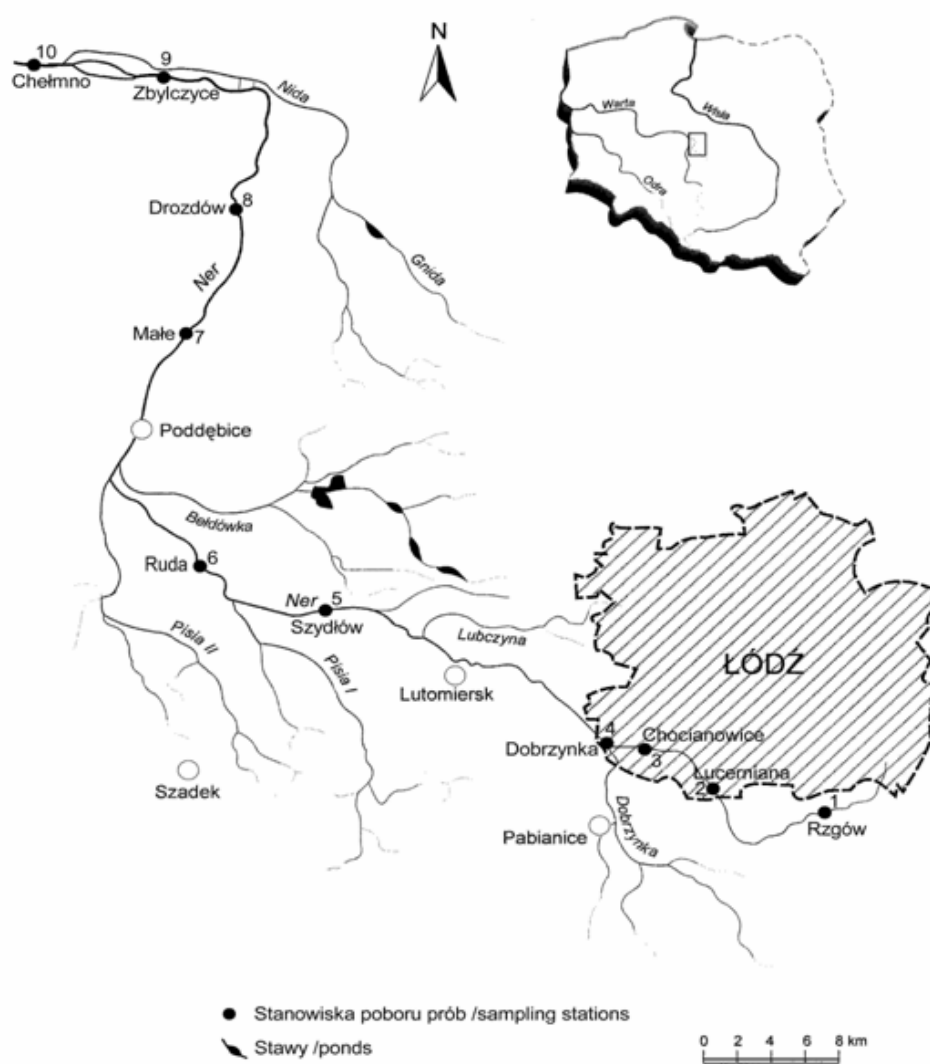
2. TEREN BADAŃ

Ner, drugi pod względem wielkości prawobrzeżny dopływ Warty, jest zarazem główną rzeką południowej części Łodzi. Długość Neru wynosi 125,9 km, powierzchnia dorzecza 1866 km², a średni przepływ w ujściu 10 m³ s⁻¹. Źródła rzeki znajdują się w Łodzi na terenie dzielnicy Widzew (Rys. 1) (Bieżanowski 2001). Ner płynie ze Wzniesień Łódzkich, przez Wysoczyznę Łaską do Kotliny Kolskiej, gdzie uchodzi do Warty na 444. km jej biegu (w pobliżu wsi Majdany). Dawniej zabagnione dolne odcinki Neru, zostały uregulowane i są użytkowane rolniczo (Penczak 1969, 1975). Wodami Neru, od Lutomińska do ujścia do Warty, nawadnia się przyległe łąki, a zlokalizowany tu przemysł to mleczarnie oraz fermy bydła i drobiu (Dembiński i Drożdżyk 1999). Rzeka płynie przez tereny dwóch województw: łódzkiego i wielkopolskiego.

Do badań wybrano 10 stanowisk, rozmieszczonych od źródeł rzeki do jej ujścia (Rys. 1). W pracy przyjęto podział rzeki ze względu na występowanie ryb. Stanowiska 4–7., tj. od ujścia Dobrzyńki aż do ujścia Bełdówki, przypisano do środkowego biegu rzeki. Często stwierdzano na nich drastycznie niskie stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie, wykluczające obecność ryb. W pracy tej przyjęto tym samym, że st. 1–3. należą do górnego biegu rzeki, natomiast st. 8–10. do dolnego.

Na całej długości Ner płynie głównie wśród nieużytków, łąk i pastwisk. Jego dno jest muliste albo piaszczysto-muliste (Tab. 1). W górnym biegu na znacznych odcinkach rzeka płynie w nieuregulowanym korycie z licznymi

kryjówkami dla ryb, a jej brzegi są zadrzewione. W środkowym i dolnym biegu przeważają odcinki uregulowane, niezadrzewione i ubogie w kryjówki dla ryb (Tab. 1). W miejscowości Małe (środkowy bieg Neru), śluza o wysokości ok. 1,5 m stanowi barierę nie do przebycia dla ryb, jeśli jest opuszczona.



Rys. 1. Stanowiska połowu i ich rozmieszczenie wzdłuż biegu Neru.

Fig. 1. Sampling sites and their distribution along the Ner River course.

Tabela 1. Morfometria stanowisk na rzece Ner. **Objaśnienia:** a) m – dno muliste, p-m – dno piaszczysto-muliste; b) odsetek pokrycia dna; c) odsetek pokrycia linii brzegowej; d) n – niewiele, d – dużo; e) 0 – koryto wyprostowane, o regulowanych brzegach i niezróżnicowanej głębokości, 1 – koryto o regulowanych brzegach i średnio zróżnicowanej głębokości, 2 – koryto meandrujące o średnio zróżnicowanej głębokości, 3 – meandrujące o bardzo zróżnicowanej głębokości; f) – brak, + niewiele, ++ dużo, +++ bardzo dużo; g) l – łąki, pa – pastwiska, rol – pola, nu – nieużytki.

Table 1. Morphometry of sites along the Ner River. **Explanations:** a) m – mud, p-m – sandy-muddy bottom; b) percentage of bottom cover; c) percentage of bank cover; d) n – few, d – many; e) 0 – channel regulated, banks canalized with monotonous depth, 1 – channel regulated with fairly varied depth, 2 – channel meandering with fairly diverse depth, 3 – channel meandering with very diverse depth; f) – absent, + very few, ++ common, +++ abundant; g) l – meadows, pa – pastures, rol – cropland, nu – wastelands.

Symbol i numer stanowiska Symbol and site number	Średnia szerokość Mean width [m]	Średnia głębokość Mean depth [m]	Budowa dna ^{a)} Bottom substrate	Rośliny zanurzone ^{b)} Submerged plants ^{b)}	Rośliny wynurzone ^{c)} Emergent plants ^{c)}	Kryjówki ^{d)} Shelters ^{d)}	Charakter koryta rzeczno- go ^{e)} Features of river channel ^{e)}	Drzewa wzdłuż brzegów ^{f)} Trees along banks ^{f)}	Tereny przyległe ^{g)} Adjacent area ^{g)}
Rzgo 1	2,5	0,25	m	0	0	n	1	+	rol
Luce 2	2	0,60	p-m	25	0	d	3	+++	pa
Choc 3	5	0,35	p-m	0	0	d	3	+++	nu
Dobr 4	15	0,15	p-m	0	0	n	0	+	nu
Szyd 5	18	0,80	m	0	20	n	0	-	pa
Ruda 6	13	0,80	p-m	0	20	n	2	-	pa
Maie 7	20	0,50	p-m	0	10	n	0	-	pa
Droz 8	15	0,70	p-m	5	0	n	0	-	rol, pa
Zbył 9	16	1,20	p-m	0	100	n	0	-	l, pa
Chel 10	25	2,00	m	5	20	n	2	++	l, pa

3. MATERIAŁ I METODY

Na 10 stanowiskach rozmieszczonych wzdłuż biegu Neru (Rys. 1) odłowiono i zidentyfikowano łącznie 5673 osobniki należące do 22 gatunków.

Badania przeprowadzono czterokrotnie w latach 2000, 2002, 2004, 2005. W każdym terminie zachowano pełną unifikację połowów. W źródłowym fragmencie Neru brodzono na 100 m odcinkach, natomiast w splawnej części koryta łowiono z łodzi wzdłuż jednego brzegu na 500 m, używając zawsze dwóch anodo-czerpaków. W obu przypadkach stosowano prąd dwupołwkowy wyprostowany (230 V) z prądnicy o mocy 3 kW (Penczak 1989).

Gatunki ryb pogrupowano według ich przynależności do grup rozrodznych (Balon 1990). Ich rozmieszczenie wzdłuż biegu rzeki przedstawiono graficznie, w sześciostopniowej skali liczebności po uprzednim przeliczeniu tej ostatniej na 500 m linii brzegowej. W tym celu stanowiska, na których łowiono ryby po obydwu brzegach brodząc na 100-metrowym odcinku, potraktowano tak jak obłowione na 200 m po jednym brzegu.

W tej pracy za dominanty w liczebności uznano te gatunki, które w kilku próbach przekraczały liczebność 100 osobników na 500 m linii brzegowej, co odpowiada dwóm największym grubościom linii na diagramach rozmieszczenia i liczebności ryb wzdłuż biegu rzeki. Stan ichtiofauny Neru zarejestrowany na tych samych co obecnie 10 stanowiskach w 2000 r. został już scharakteryzowany ogólnie we wcześniejszej publikacji (Kostrzewa i Penczak 2002).

Do badania podobieństwa pomiędzy gatunkami i stanowiskami, na których te gatunki odłowiono, zastosowano „zasadę dualizmu”, będącą zwieńczeniem tzw. „Polskiej Metody Porządkowania Zbiorów” lub inaczej „Taksonomii Wrocławskiej” (Romaniszyn 1970). Metoda ta, chociaż niezbyt często była stosowana do porządkowania danych z różnych grup zoologicznych, to wykorzystano ją do badania zespołów ryb w Polsce, Kanadzie, Anglii i Brazylii (Penczak i inni 1994, 2004b). Metoda oparta jest na definicji podobieństwa (s): $s = [w / (a + b - w)] \times 100$ (Marczewski i Steinhaus 1958), gdzie a i b to całkowita liczba osobników w próbach A i B, a w to suma elementów wspólnych (jako element wspólny w przypadku każdego gatunku należy rozumieć niższą z liczebności w próbach A i B). Na wykreślonym na podstawie tak obliczonych podobieństw diagramie stanowiska oraz gatunki położone obok siebie są do siebie podobne, szczególnie gdy są zakwalifikowane do tych samych skupień (klasterów), których sąsiedztwo na obu osiach diagramu jest takie same jak na dendrytach „liniowych”. Dendryt liniowy tworzony jest z dendrytu „drzewkowatego” w oparciu o najwyższe wartości podobieństwa pomiędzy gatunkami lub stanowiskami (Romaniszyn 1970); cytowana praca zawiera szczegółowy opis tworzenia i przekształcania dendrytów. Liczba ryb odłowionych na danym stanowisku jest wykreślona na diagramie jako kwadrat, którego bok ma

długość pierwiastka z tej liczby. Symbole prób ryb utworzono z pierwszych czterech liter nazwy miejscowości najbliższej stanowiska badań (Rys. 1) oraz dodanych na początku ostatnich dwóch cyfr z roku poboru próby. Skrót nazwy gatunku ryb utworzony jest z pierwszej litery łacińskiej nazwy rodzajowej plus pierwszych czterech liter nazwy gatunkowej (Apendyks).

Parametry dotyczące jakości wody uzyskano z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi. Ponadto wartości średnie dla głównych wskaźników zanieczyszczeń oraz przepływu wody (poniżej Łodzi), w latach poprzedzających nasze badania (1978, 1989, 1992, 1994, 1998 i pierwsze półrocze 1999) dostępne są w opracowaniu Dembiński i Drożdżyk (1999).

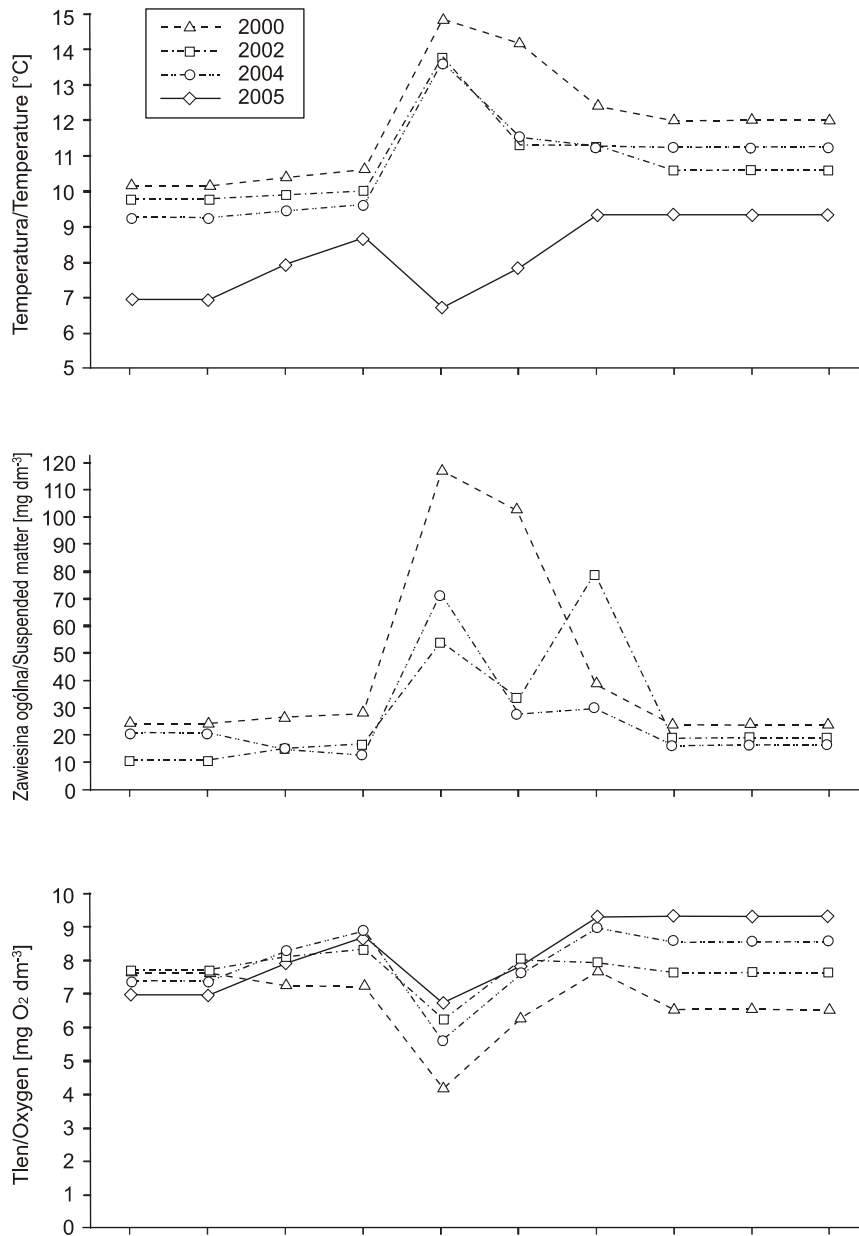
4. WYNIKI

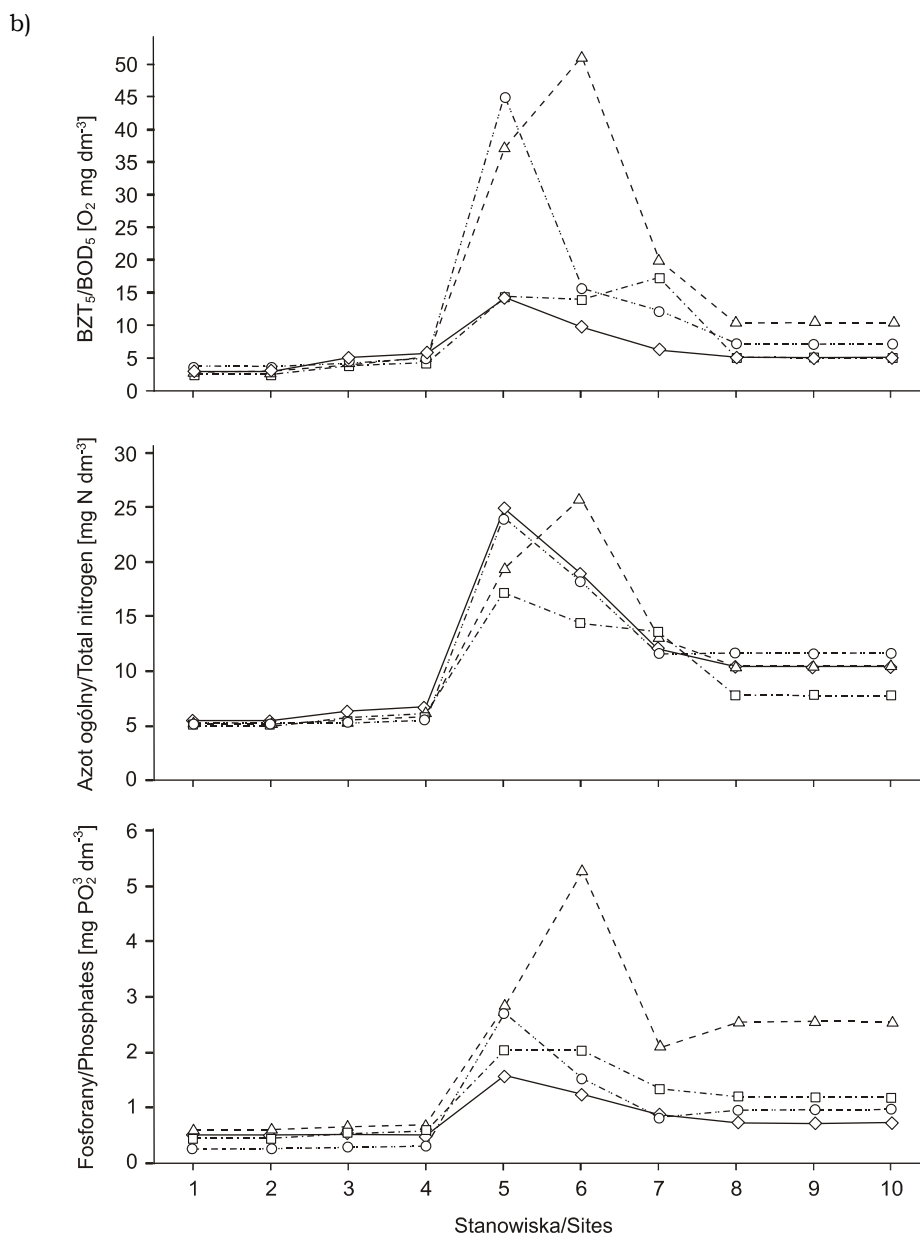
W 2000 r. najwyższą jakość wody w Nerze odnotowano na st. 1–4., natomiast najniższą – na st. 5–7., spośród których na każdym stwierdzono V klasę jakości wody z powodu wartości BZT₅ i stężenia fosforanów, a na niektórych także z powodu ilości zawiesiny ogólnej i stężenia azotu ogólnego (Rys. 2a, 2b). Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie na st. 5. wynosiło zaledwie 4 mg dm⁻³. Ner w dolnym biegu (st. 8–10) prowadził wody o pośredniej jakości. Taki podział stanowisk z uwagi na jakość wód utrzymał się przez cały okres badań głównie z uwagi na BZT₅ i stężenia związków biogenych (Rys. 2b).

W kolejnych terminach badań wartości parametrów wody w górnym biegu Neru były zbliżone, natomiast jakość wody w środkowym i dolnym biegu uległa znacznej poprawie (Rys. 2a, 2b). Pomiedzy 2000 i 2005 rokiem znacznie wzrosło stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie. Choć w środkowym biegu stężenia niektórych badanych substancji zmalały o ponad połowę, to jednak w 2005 r. wody na tym odcinku nadal mieściły się w V klasie (Rys. 2a, 2b).

W górnym biegu Neru (st. 1–3), najbogatszy i w miarę stabilny jakościowo i ilościowo rybostan, stwierdzono na st. 2., tj. przed kąpieliskiem „Stawy Stefańskiego” przy ul. Lucernianej (Rys. 3a, 3b). Odłowiono tutaj 11 gatunków ryb (tj. wszystkie stwierdzone w górnym biegu poza piskorzem), spośród których płoć, okoń, jazgarz, karaś srebrzysty, koza, śliz i kielb obecne były we wszystkich czterech terminach badań. Dodatkowo stwierdzono szczupaka, karasia, słonecznicę i ciernika (Rys. 3a, 3b). Próby z omawianego stanowiska na załączonym dendrogramie są usytuowane w klastrze D (Rys. 4). Widać wyraźnie, że w czterech terminach badań o podobieństwie ryb ze st. 2., zdecydowała wysoka i wyrównana liczebność okonia i kielbia (gatunki z klastru W), a niższa karasia srebrzystego, płoci, śliza, jazgarza i kozy (Rys. 4). Na st. 1. obserwowano w kolejnych latach ubożenie ichtiofauny (Rys. 3).

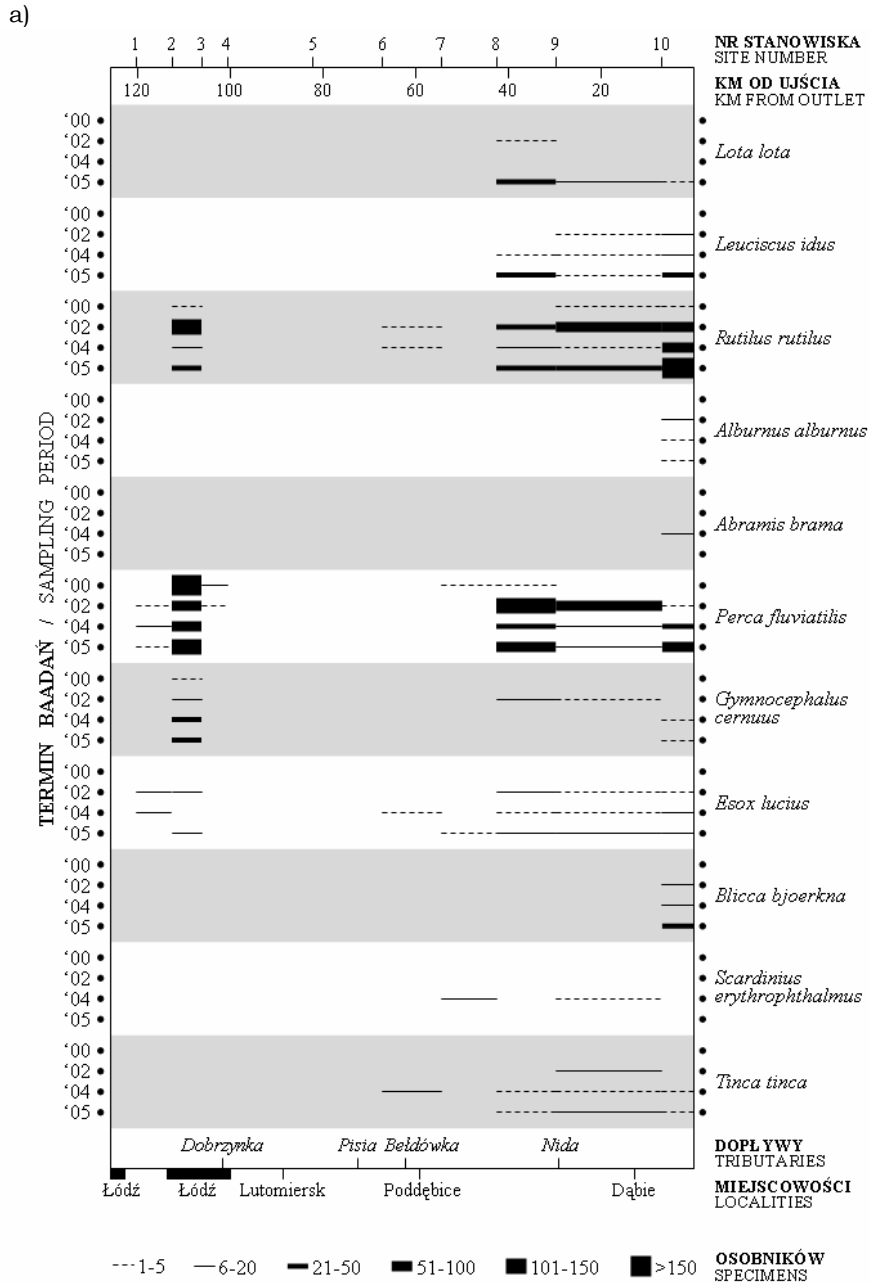
a)

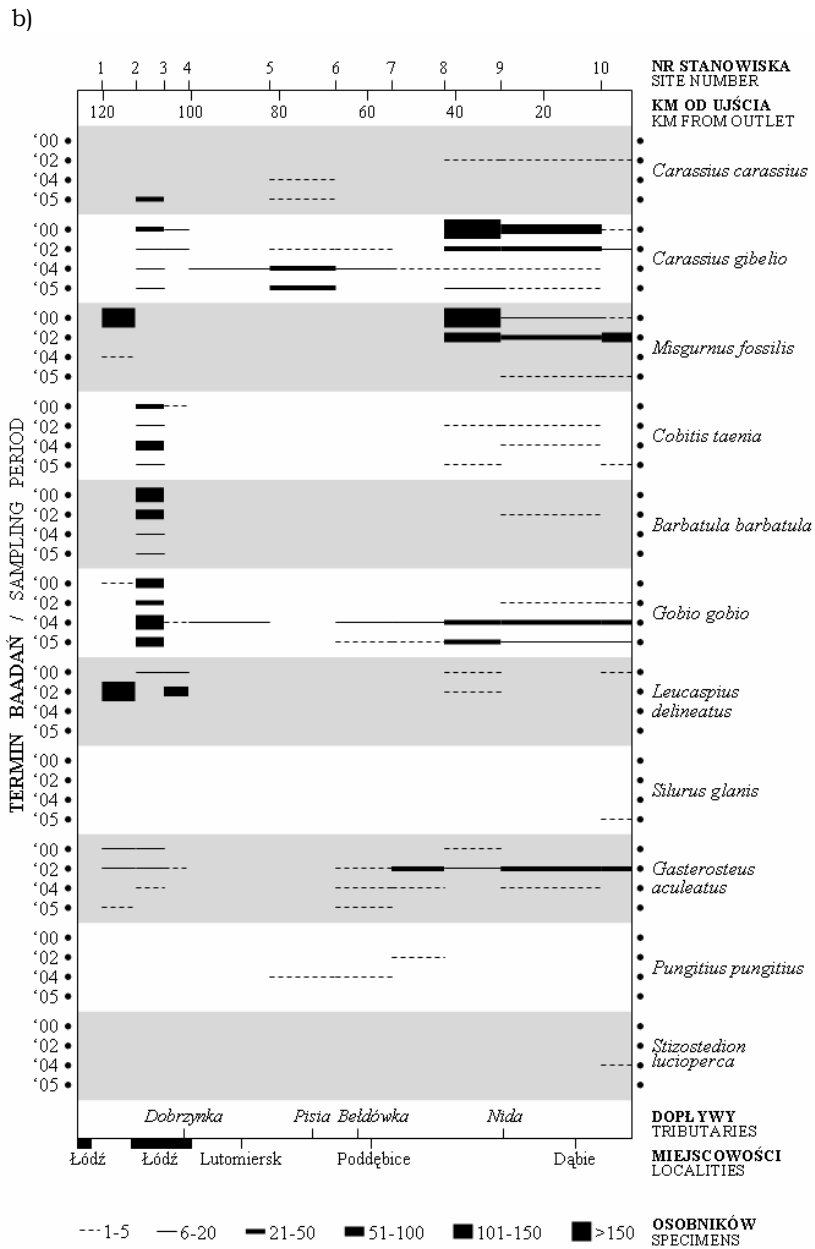




Rys. 2a i 2b. Średnie wartości wybranych parametrów fizycznych i chemicznych wody na 10 badanych stanowiskach w latach poboru prób ryb; parametry wody uzyskano z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi.

Fig. 2a and 2b. Mean values of selected physical and chemical water parameters at 10 sampling sites in four sampling terms (data from the Regional Inspectorate of Environmental Protection in Łódź).





Rys. 3a i 3b. Względna liczebność i rozmieszczenie gatunków ryb wzdłuż biegu Neru na 10 stanowiskach w czterech terminach badań.

Fig. 3a and 3b. Relative number and distribution of fish species along the Ner River course at 10 sampling sites in four sampling terms.

Na st. 3. w kolejnych latach obserwowano spadek liczebności lub wręcz brak niegdyś obecnych gatunków, np. okonia, karasia srebrzystego, kozy, kielbia, słonecznicy, a nawet ciernika (Rys. 3a, 3b).

W środkowym odcinku Neru (st. 4–7) rejestrowano brak ryb lub ich skrajne ubóstwo, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym (Rys. 3a, 3b). Łącznie stwierdzono 10 gatunków ryb. Najbardziej liczny gatunek, karaś srebrzysty, pojawił się na st. 5–6. dopiero w roku 2002, tj. w dwa lata po zakończeniu budowy linii biologicznego oczyszczania ścieków (Rys. 3b), największą liczebność osiągnął na st. 5. w roku 2004 i 2005, ale w ostatnim terminie jego zasięg wyraźnie się skurczył. Również na tym stanowisku w ostatnich dwóch latach poboru prób pojawił się karaś, z tym że reprezentowany przez pojedyncze osobniki. Na omawianym odcinku Neru odłowiono pojedyncze osobniki płoci, okonia, szczupaka, wzdregi, lina i cierniczka oraz kilkanaście kielbi i cierników (Rys. 3a, 3b). Zmiany ichtiofauny w środkowym biegu nie wydają się być zsynchronizowane z poprawą jakości wody albo odległością od ujścia ścieków (Rys. 2a, 2b, 3a, 3b).

Najwyższe bogactwo gatunkowe odnotowano w dolnym biegu (st. 8–10), gdzie łącznie złowiono 21 gatunków ryb (Rys. 3a, 3b). Na st. 10., położonym najbliżej ujścia rzeki, wzrost liczby gatunków następował stopniowo, ale nieproporcjonalnie do poprawy jakości wody (Tab. 2).

Tabela 2. Liczba gatunków ryb na stanowiskach środkowego i dolnego biegu Neru, w czterech terminach badań.

Table 2. Fish species number on sites located in the middle and lower course of the Ner River, in the four sampling terms.

Rok / Year	Numer stanowiska / Site number						
	4	5	6	7	8	9	10
2000	0	0	0	1	5	3	4
2002	0	1	3	2	11	13	11
2004	2	3	7	5	7	9	11
2005	0	2	2	2	9	7	12

Na następnych dwóch stanowiskach od ujścia rzeki (st. 9 i 8) w kolejnych terminach badań obserwowano przemiennie wzrost i spadek liczby taksonów (Tab. 2). W porównaniu z pierwszym terminem wyraźnie wzrosła dominacja gatunków eurytopowych (głównie płoci i okonia) oraz pojawiły się nieliczne gatunki reofilne (miętus, jaź, kielb oraz incydentalnie śliz) (Rys. 3a, 3b).

W 2005 r. w środkowym i dolnym biegu, poza st. 8. i 10., wszędzie stwierdzono spadek liczby gatunków. Spadła również liczba odłowionych ryb stagnofilnych w środkowym i dolnym biegu, w tym karasia

srebrzystego, piskorza, ciernika, a kolejne 3 gatunki stagnofilne: wzdrega, słonecznica i cierniczek w 2005 r. w ogóle nie były obecne w elektrołowach (Rys. 3a, 3b).

Cztery próby ze st. 8–10., ale dopiero z lat 2004 i 2005, znalazły się w bogatym w ryby klastrze D. Duże podobieństwo wykazały próby 02Zbyl i 02Droz, formując kolejny klaster E (Rys. 4). Pierwsze stanowisko poniżej Łodzi (Szydłów) dopiero w latach 2004 i 2005 było zasiedlone przez ryby w podobnym stopniu jak stanowisko drugie od ujścia (Zbyl) już w pierwszym roku badań (patrz klaster B). Generalnie na st. 8–10. obserwowano duże fluktuacje w składzie gatunkowym i liczebności ryb i to na tyle dynamiczne, że pochodzące z nich próby (02Chel, 05Chel, 04Zbyl i 00Chel) nie były do siebie podobne pod względem obecności i liczebności gatunków ryb i znalazły się oddzielne poza zgrupowaniami stanowisk (Rys. 4).

Wysokimi wartościami podobieństwa (patrz klastery), charakteryzują się tylko nieliczne gatunki: okoń i kiełb (tworząc klaster W), jaź i krap (klaster Y) oraz sandacz i leszcz (klaster Z). Gatunki z klastrów Y i Z pojawiły się w ostatnich terminach badań i tylko w ujściowym odcinku Neru, co wskazuje, że przedostały się tutaj najprawdopodobniej z Warty (Rys. 4).

5. DYSKUSJA

Badania Bzury, która podobnie jak Ner uległa silnej degradacji, a w której również chcieliśmy ocenić naturalny proces odbudowy ichtiofauny, podjęliśmy za późno, aby otrzymać kompletny obraz jej regeneracji, gdyż w pierwszym terminie poboru prób już na wszystkich stanowiskach, nawet na tych poniżej miejsc uwalniania najgroźniejszych ścieków, występowały ryby (Penczak i inni 2000). Obecne badania są pierwszymi, które stwarzają szansę oceny tempa procesu regeneracji od początku, co dotyczy, jeśli nawet nie całego Neru, to na pewno jego fragmentu od ujścia Dobrzyńki (st. 4) do miejscowości Małe (st. 7), gdzie do 1999 r. nie stwierdzano ryb (Rys. 3a, 3b). Ten odcinek Neru był najsilniej zanieczyszczony (Rys. 2a, 2b) ściekami z Pabianic (poprzez Dobrzyńkę), a na jego dnie w czasach funkcjonowania w Łodzi zakładów przemysłu metalowego i gumowego gromadziły się osady zawierające olbrzymie ilości soli metali ciężkich oraz wielopierścieniowych związków organicznych. W znacznej mierze obecność tych osadów mogła powodować, że drastycznie zły stan ichtiofauny utrzymywał się pomimo poprawy jakości wody. Uwalnianie się toksycznych substancji nagromadzonych w osadach dennych, nawet jeśli ma miejsce okresowo, może powodować zakłócenia w odbudowie rybostanów, ponieważ przekroczenie norm zawartości metali ciężkich, a szczególnie cynku w wodzie, uniemożliwia zapłodnienie ikry i upośledza rozwój larw (Eisler 1989). Wspomniane substancje toksyczne mogły oddziaływać również pośrednio na ryby poprzez hamowanie rozwoju bazy pokarmowej dla ryb, co wynika z prowadzonych tu badań na

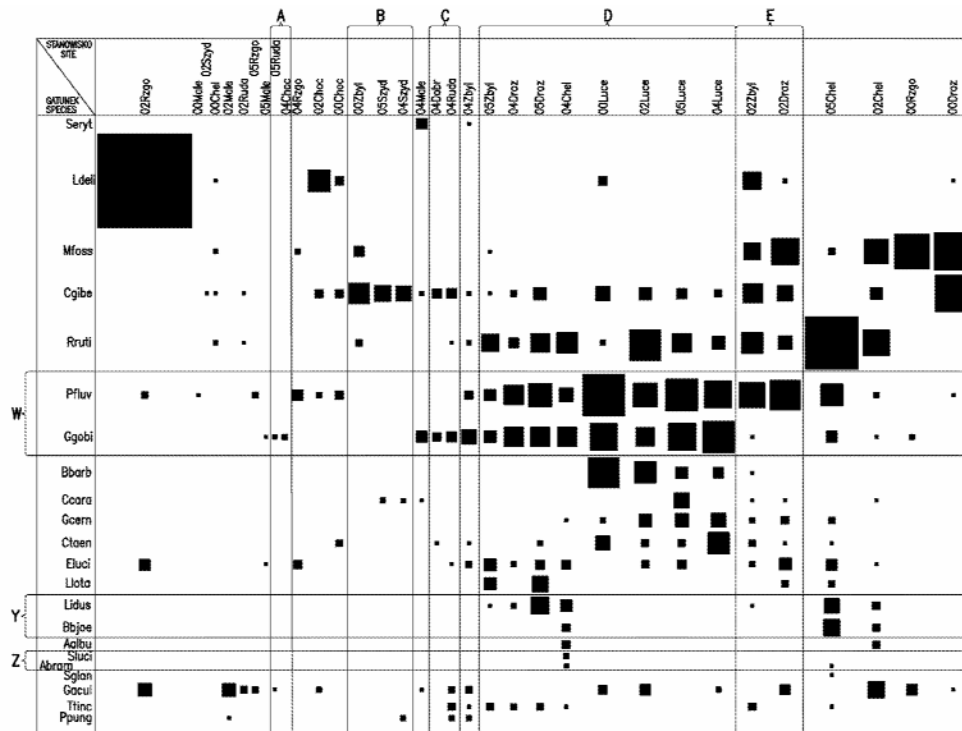
makrobezkregowcach (Tończyk i inni 2003). Dodatkowo regenerację ichtiofauny w środkowym biegu Neru opóźniła śluza o wysokości ok. 1,5 m w miejscowości Małe, która stanowiła barierę nie do przebycia dla ryb. Ryby z Warty i dolnego biegu Neru nie mogły się przemieszczać w górę Neru dalej niż nieco powyżej stanowiska 8. nawet pomimo znacznej poprawy jakości wody. O wadze swobodnych migracji świadczą znaczne różnice pomiędzy st. 7. i 8. (Rys. 3a, 3b).

Ponieważ zarybianie Neru przez Zarządy Okręgów PZW w Łodzi i Sieradzu rozpoczęło się dopiero w 2005 r., regeneracja ichtiofauny w tej rzece miała w czasie badań ewidentnie naturalny charakter. Zarząd Okręgu PZW w Łodzi zarybił w 2005 r. względnie czyste fragmenty Neru i jego dopływów do ujścia Dobrzyńki (miętus, wylęg żerujący – 30000 szt., szczupak, narybek letni – 5000 szt., jaź, kroczek (dwulatek) – 50 kg, lin, narybek jesienny – 75 kg, karaś, narybek jesienny – 75 kg, karp, kroczek – 60 kg), natomiast Zarząd Okręgu PZW w Sieradzu, także od 2005 r., rozpoczął wsiedlanie ryb do ujściowego odcinka Pisi II (szczupak, narybek letni – 2500 szt., jaź, kroczek – 25 kg) oraz ujściowego odcinka Bełdówki (szczupak, narybek letni – 2500 szt. i jaź, kroczek – 25 kg) (dane niepublikowane z odpowiednich Zarządów Okręgowych PZW).

Żaden gatunek pochodzący z zarybiania nie zwiększył swej liczebności, ani nie pojawił się po raz pierwszy w 2005 r. na stanowiskach 1–4. (Rys. 3a, 3b). Oceniając efekty zarybiania przez ZO PZW w Sieradzu stwierdzono, że na st. 7., poniżej ujścia obu zarybianych dopływów, szczupak pojawił się po raz pierwszy w roku pierwszej introdukcji (2005), a jego liczebność zwiększyła się na kolejnych stanowiskach, na których do 2004 r. notowano od kilku do kilkunastu osobników w elektropołowie (Rys. 3a, 3b). Jaź w roku rozpoczęcia zarybiania (2005) na st. 8. i 10. wyraźnie zwiększył swą liczebność. Szybka ekspansja tego gatunku w wyniku zarybiania była wcześniej notowana w Pilicy, choć należy podkreślić, że obserwowano ją dopiero po kilku latach zarybiania (Penczak i inni 2006). Niemniej, ponieważ w Nerze łowiono okazy juwenilne, nie można wykluczyć, że mogły pośród nich być osobniki uwolnione przez PZW.

Chociaż zdaniem Rose (2000) zależności pomiędzy jakością środowiska (także jakością wody) a populacjami ryb są bardzo zwodnicze i często niejasne, to jednak początkowo bezrybny środkowy bieg Neru (Rys. 3a, 3b) był w miarę poprawy jakości wody (Rys. 2a, 2b) zasiedlany przez niektóre gatunki, chociaż niesynchronicznie i powoli.

Zmiany w obecności i liczebności pewnych gatunków, wywołane zaprzestaniem uwalniania ścieków, czasami można wyjaśnić ich odpornością na działanie zanieczyszczeń. Obecność ciernika w dolnym biegu już w pierwszym terminie badań nie jest zaskoczeniem z uwagi na jego odporność nawet na dość duże stężenia ścieków (Penczak 1959). W 2000 r. był rejestrowany na st. 8., a w 2002 r. zasiedlał ze zmienną liczebnością cały fragment Neru od st. 6. do ujścia.



Rys. 4. Syntetyczny diagram Romaniszyna obrazujący współwystępowanie gatunków ryb na 10 stanowiskach w rzece Ner. Literami A–E oznaczono zgrupowania stanowisk, natomiast W–Z – zgrupowania gatunków. Skrót nazwy gatunku ryby utworzony jest z pierwszej litery nazwy rodzajowej oraz czterech pierwszych liter gatunkowej nazwy łacińskiej. Symbol próby ryb składa się z ostatnich dwóch cyfr roku poboru próby i pierwszych czterech liter nazwy stanowiska z Rys. 1. Liczebność gatunku ryb w próbie przedstawiona jest jako kwadrat, którego długość boku jest pierwiastkiem kwadratowym z liczby pozyskanych ryb.

Fig. 4. Synthetic Romaniszyn diagram showing fish species cocurrence at 10 sampling sites along the Ner River. Site clusters are marked with symbols A–E, while species clusters with W–Z. An abbreviated species name is composed of the first letter of the genus name and first four letters of the specific name. Sample symbols are composed of the last two digits of the year of sampling and the first four letters of a site name from Fig. 1. The abundance of each species in a sample is presented as a square the side length of which is equal to the square root of collected fish number.

Ciernik często zasiedla silnie zdegradowane cieki, niejednokrotnie jako dominant o liczebności sięgającej setki osobników na 1 ar (Kruk i inni 2003, 2005, Penczak i inni 2004a). W Nerze od 2004 r. jego liczebność i zasięg zaczęły się kurczyć, co należy wiązać z pojawieniem się nowych gatunków ryb (Penczak i Koszalińska 1993, Penczak 1996).

W 2000 r. na st. 8–10. dominantami były piskorz i karaś srebrzysty, których liczebność zaczęła spadać w kolejnych latach badań. W 2005 r. w ogólnie nie złowiono wzdręgi, słonecznicy i cierniczka. Prawdopodobnie, jak w przypadku ciernika, przyczyną tych zmian mogło być pojawienie się nowych gatunków. Wymienione powyżej gatunki należą do stagnofili, a te często zasiedlają zdegradowane odcinki rzek z uwagi na osłabioną konkurencję międzygatunkową i w miarę poprawy jakości środowiska wodnego są wypierane przez gatunki eurytopowe, a później reofilne (Penczak 1996, Penczak i inni 2000, Kruk 2007).

Podjęty tu temat współwystępowania gatunków dość dobrze można śledzić na diagramie Romaniszyna (Rys. 4). Niejednokrotnie jakiś gatunek wyraźnie nie toleruje sytuacji, kiedy inny (potencjalny konkurent) osiąga także dużą liczebność i w następnym roku jeden z nich ustępuje pola drugiemu. Wiadomo już, że ustalenie w miarę stałych proporcji pomiędzy nowymi, pojawiającymi się po ustąpieniu stresu gatunkami jest procesem wymagającym czasu. Małe wahania liczebności i zasięgów występowania gatunków mają miejsce dopiero w ustabilizowanej, nie poddawanej dużym stresom przyrodzie (Krebs 1978).

PODZIĘKOWANIA

Za udział w badaniach terenowych dziękujemy Mariuszowi Słowińskiemu. Dr. Łukaszowi Głowackiemu dziękujemy serdecznie za pomoc w opracowaniu tekstów angielskich. Badania finansowane przez Polski Związek Wędkarski i Uniwersytet Łódzki (Grant Rektora UŁ).

6. SUMMARY

The Ner River (Fig. 1) is the second largest right-side tributary of the Warta River. Its length is 126 km, drainage area 1866 km², and mean long-term discharge at the outlet 10 m³ s⁻¹. In the upper course (sites 1–3) the river flows in an unregulated bed with numerous hiding places for fish (Tab. 1). In the middle (sites 4–7) and lower (sites 8–10) courses, regulated sections, poor in hiding places, are very common. Water from the river section between the town of Lutomiersk and the outlet to the Warta is used for irrigating adjoining meadows, while industry localized there consists of dairies and cattle and poultry farms. Degradation of water in the Ner River proceeded with the industrial development of the Łódź agglomeration and mostly concerns the middle and lower river courses (Fig. 2a, b).

In the source section of the Ner River, sampling was conducted while wading along 100 m stretches, whereas in the navigable section – from a boat along 500 m long stretches, always using two anode dip-nets. During 4 sampling terms (2000, 2002, 2004, 2005) at 10 sites established along

the Ner River (Fig. 1) a total of 5673 fish and lampreys of 22 species were captured (Appendix).

In the upper Ner course (sites 1–3), the most qualitatively and quantitatively rich fish fauna was recorded at site 2. Eleven fish species were captured there, among which roach, perch, ruffe, prussian carp, spined loach, stone loach and gudgeon were always present during all four sampling terms. Besides, pike, crussian carp, sunbleak and stickleback were present there (Fig. 3a, 3b).

Between site 4 and the outlet to the Warta (Fig. 1) fish fauna in the Ner was completely destroyed by sewage from Łódź and Pabianice in the late 20th century. During the present research the absence or poor populations of many fish species were recorded in the middle course, i.e. at sites 4–7 (Fig. 3a, 3b). In the lower course (sites 8–10) a clear increase in dominance of eurytopic species (mainly roach and perch) accompanied by few rheophilic species was observed during the later terms as compared with the first one (Fig. 3a, 3b). Changes in the number of appearing species were, however, neither related to the distance from pollution sources nor proceeded proportionally to improvement in water quality, e.g., at sites 8 and 9 an alternating increase and decrease in species richness was observed (Tab. 2). Probably, this was related to toxic compounds released from the bottom during higher water levels and floods, when the river current was much faster. Additionally, the regeneration of the fish fauna in the middle Ner course was obstructed by a sluice located between site 7 and site 8, which prevented upstream migration. Additionally, in 2005, a decrease in species richness was observed in the middle and lower courses, except for sites 8 and 10 (Tab. 2). The abundances of certain stagnophils, including prussian carp, mud loach, stickleback also decreased in the middle and lower courses, while three other stagnophils (rudd, sunbleak and ten-spined stickleback) were absent in samples in 2005 (Fig. 3a, 3b, 4).

7. LITERATURA

- 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.
- Bieżanowski W. 2001. Łódka i inne rzeki łódzkie. Biblioteczka Towarzystwa Opieki nad Zabytkami w Łodzi, Wydawska Oficyna Wydawnicza ZORA, Łódź.
- Dembiński Z., Drożdżyk A. 1999. Stan jakości wód Neru w kontekście postępu w dziedzinie gospodarki wodno-ściekowej ŁAM. ss. 15–18 (W: XI Ogólnopolska Konferencja Naukowa: Chemizm Opadów Atmosferycznych Wód Powierzchniowych i Podziemnych, Łódź, 17–19 XI 1999). Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Eisler R. 1989. Tin hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. *Contaminant Hazard Reviews*, 15, 1–53.

- 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.
- Krebs C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row Publishers, New York.
- Kruk A. 2007. Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 9–18.
- Kruk A., Szymczak M., Spychalski P. 2003. Ichtiofauna miasta Łodzi. Część I. Dorzecza Jasienia i Łódki. *Rocz. Nauk. PZW*, 16, 79–96.
- Kruk A., Spychalski P., Galicka W. 2005. Ichtiofauna miasta Łodzi. Część II. System Sokołówki. *Rocz. Nauk. PZW*, 18, 29–43.
- Kulmatycki W. 1936. Hydrografia i rybostan rzek województwa łódzkiego. *Czas. Przynr. Ilustr.*, 10, 123–150.
- Marczewski E., Steinhaus H. 1958. On a certain distance of sets and the corresponding distance of function. *Coll. Math.*, 6, 319–327.
- Penczak T. 1959. Odporność ciernika, *Gasterosteus aculeatus* L., na zmiany ciśnienia osmotycznego i działanie różnych soli. *Prz. Zool.*, 3 (2), 100–105.
- Penczak T. 1969. Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część I. Hydrografia i rybostan Warty i dopływów. *Acta Hydrobiol.*, 11, 69–118.
- Penczak T. 1975. Ichthyofauna of the catchment area of the River Ner and perspectives of its restitution in connection with the erection of a collective sewage treatment plant for the Agglomeration of the City of Łódź. *Acta Hydrobiol.*, 17, 1–20.
- Penczak T. 1989. Ichtiofauna dorzecza Pilicy. Część II. Po utworzeniu zbiornika. *Rocz. Nauk. PZW*, 2, 116–186.
- Penczak T. 1996. Natural regeneration of endangered fish populations in the Pilica drainage basin after reducing human impacts. ss. 121–133 (W: Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Red. A. Kirchhofer, D. Hefti). *Advances in Life Sciences*. Birkhäuser Verlag, Basel–Boston–Berlin.
- 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., Agostinho A.A., Okada E.K. 1994. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná River, Paraná State, Brazil. *Hydrobiologia*, 294, 243–251.
- Penczak T., Kruk A., Koszaliński H., Zięba G. 2000. Ichtiofauna rzeki Bzury. *Rocz. Nauk. PZW*, 13, 23–33.
- Penczak T., Kruk A., Marszał L., Zięba G., Kostrzewa J., Koszaliński H., Tybulczuk S. 2004a. Ichtiofauna systemu rzeki Proсны. Część II. Dopływy Proсны. *Rocz. Nauk. PZW*, 17, 55–76.
- Penczak T., Lek S., Godinho F., Agostinho A.A. 2004b. Patterns of fish assemblages in tropical streams using SOM algorithm and conventional statistical methods. *Ecology and Hydrobiology*, 4(2), 139–146.
- 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. *Rocz. Nauk. PZW*, 19, 103–122.
- Romaniszyn W. 1970. Próba interpretacji tendencji skupiskowych zwierząt w oparciu o definicję podobieństwa i odległości. *Wiad. Ekol.*, 16, 306–327.

-
- Rose K.A. 2000. Why are quantitative relationships between environmental quality and fish populations so elusive? *Ecol. Applicat.*, 10, 367–385.
- Tończyk G., Laskowski Z., Siciński J. 2003. Zgrupowania makrozoobentosu Neru. ss. 119–122 (W: Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2002 roku). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.

APENDYKS / APPENDIX

Gatunki ryb w Nerze w latach 2000–2005; grupy rozrodcze według Balona (1990).
Fish species captured in the Ner River in 2000–2005; reproductive guilds according to Balon (1990).

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

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

lito-pelagofile (A.1.2)

litho-pelagophils (A.1.2)

Lota lota (L.)

miętus / burbot

fito-litofile (A.1.4)

phyto-lithophils (A.1.4)

Leuciscus idus (L.)

jaż / ide

Rutilus rutilus (L.)

płóc / roach

Alburnus alburnus (L.)

ukleja / bleak

Abramis brama (L.)

leszcz / common

bream

Perca fluviatilis L.

okoń / perch

Gymnocephalus cernuus (L.)

jazgarz / ruffe

fitofile (A.1.5)

phytophils (A.1.5)

Esox lucius L.

szczupak / pike

Blicca bjoerkna (L.)

krap / silver bream

Scardinius erythrophthalmus (L.)

wzdrega / rudd

Tinca tinca (L.)

lin / tench

Carassius carassius (L.)

karaś / crucian carp

Carassius gibelio (Bloch)

karaś srebrzysty /

prussian carp

Misgurnus fossilis (L.)

piskorz / mud loach

Cobitis taenia (L.)

koza / spined loach

psammofile (A.1.6)

psammophils (A.1.6.)

Barbatula barbatula (L.)

śliz / stone loach

Gobio gobio (L.)

kielb / gudgeon

Pilnujące, wylęg dozorowany (B.1) / Guarding and clutch tending (B.1)**fitofile (B.1.4)**

phytophils (B.1.4)

Leucaspis delineatus (Heckel)

słonecznica /

sunbleak

Silurus glanis L.

sum / wels

Pilnujące i gniazdujące (B.2) / Guarding and nesting (B. 2)**ariadnofile (B.2.4)**

ariadnophils (B.2.4)

Gasterosteus aculeatus L.*Pungitius pungitius* (L.)

ciernik / stickleback

cierniczek / ten-
-spined stickleback**fitofile (B.2.5)**

phytophils (B.2.5)

Sander lucioperca (L.)

sandacz / zander

