

GRZEGORZ RADTKE*, PIOTR DĘBOWSKI

**GNIAZDA TARŁOWE TROCI Z JEZIORA WDZYDZE
JAKO WSKAŹNIK STANU JEJ POPULACJI**

REDDS OF BROWN TROUT FROM LAKE WDZYDZE AS AN INDICATOR
OF THE STATE OF ITS POPULATION

Instytut Rybactwa Śródlądowego
Zakład Ryb Wędrownych
83-330 Rutki, Żukowo k. Gdańska

ABSTRACT

Brown trout from Lake Wdzydze, Pomeranian Voivodeship, northern Poland, is a local, isolated form of *Salmo trutta*. Its spawning grounds are localized in tributaries of the lake, i.e. the Wda and Trzebiocha Rivers. Between 1992 and 2015 detailed counts of redds of this species were made there. A wide variation in the number of redds was observed along given stretches. On original spawning grounds in the lower part of the Wda and Trzebiocha catchments, a total estimated number of naturally spawning females (redds) varied from 6 to 86 individuals. However, because of spawners' captures, the counted redds do not indicate the full spawning stock. Generally, after 2000 the number of redds increased probably as a result of protection efforts. In recent years there has been a clear decline in the number and size of the redds, which reflects a poor condition of the trout stock. The main threats to the studied trout population are environmental changes, including decrease in water levels in both lake and rivers habitats.

Key words: lacustrine brown trout, *Salmo trutta*, redd counts, monitoring, environmental impact.

* Autor do korespondencji: grad@infish.com.pl

1. WSTĘP

Znajomość wielkości stad tarłowych ryb stanowi podstawę gospodarowania ich zasobami oraz ich ochrony. W przypadku ryb łososiowatych, jedną z możliwości oszacowania liczebności tarlaków jest ocena liczby gniazd tarłowych (Rieman i Myers 1997, Al-Chokhachy i inni 2005, Gallagher i Gallagher 2005). Ryby te składają ikrę w żwirowo-kamienistym substracie dna, tworząc tzw. gniazda (kopce) tarłowe. Wykonywane są one przez samice, które gwałtownymi ruchami ogona oczyszczają substrat z drobnych frakcji i wykopują dołek (dołki) do którego składana jest ikra (Chapman 1988). Bezpośrednio po tarle samica zakopuje ikrę, w efekcie czego powstaje gniazdo, najczęściej w formie owalnego, żwirowego kopca i wyraźnego zagłębienia przed nim (Ottaway i inni 1981, Crisp i Carling 1989). Samice troci *Salmo trutta* wybierają do tarła miejsca o charakterystycznym substracie, głębokości i prędkości przepływu wody (Witzel i MacCrimmon 1983, Zimmer i Power 2006, Louhi i inni 2008).

W przypadku troci *Salmo trutta*, jedna samica buduje z reguły jedno gniazdo (Elliott 1995, Crisp i Carling 1989). Dzięki temu możliwe jest w miarę precyzyjne oszacowanie liczby samic biorących udział w tarle na danym odcinku rzeki. Dodatkowym atutem rejestracji gniazd tarłowych jest fakt, że ich rozmiar skorelowany jest z wielkością wykonujących je samic (Ottaway i inni 1981, Crisp i Carling 1989, Radtke 2008). Dysponując danymi o liczbie i rozmiarach kopców ryb łososiowatych, możliwa jest ocena trendów liczebności populacji oraz struktury wielkościowej wśród stada tarłowego samic (van den Berghe i Gross 1984, Howell i Sankovich 2012, Erhardt i Scarnecchia 2014), a w konsekwencji oszacowanie potencjalnej liczby złożonych jaj (van den Berghe i Gross 1989, Elliott 1995, Blanchfield i Ridgway 2005, Radtke 2013). Obserwowano także zależność między liczbą gniazd i liczebnością narybku na tarliskach (Beard i Carline 1991, Beland 1996).

Określenie liczby i struktury wielkościowej gniazd tarłowych ryb łososiowatych pozwala ocenić nie tylko stan i jakość populacji tych ryb lecz także środowiska które zasiedlają (Dauble i Geist 2000, Soulsby i inni 2001). Intensywność tarła naturalnego ma bezpośrednie przełożenie na liczbę złożonej ikry, a w konsekwencji na liczebność przyszłego potomstwa. Jednakże, precyzyjne określenie liczby gniazd wiąże się z trudnościami związanymi m.in. z możliwą błędną ich kwalifikacją w wyniku powstawania tzw. fałszywych (pustych) gniazd, a także nałożonych jedno na drugie lub tzw. gniazd złożonych (zbiorowych). Poszczególne gatunki ryb łososiowatych mają swoiste taktyki tarłowe (np. Barlaup i inni 1994, De Gaudemar i inni 2000, Edo i inni 2000, Esteve 2005) i z tego względu rejestracja gniazd wymaga dużego doświadczenia (Beard i Carline 1991, Dunham i inni 2001, Al-Chokhachy i Budy 2005).

Metoda liczenia gniazd ryb łososiowatych, poprzez łatwość w zastosowaniu i niskie koszty, jest dość powszechnie stosowana nawet w odniesieniu do bardzo licznych populacji (Al-Chokhachy i inni 2005, Murdoch i inni 2009). W przypadku troci z jeziora Wdzydze, której populacja jest nieliczna, zastosowanie tej metody w ocenie liczebności tarlaków jest z pewnością bardziej precyzyjne. W niniejszej pracy przedstawiono zmiany liczebności i rozmiarów gniazd tarłowych troci w zlewni jeziora Wdzydze w okresie ostatniego ćwierćwiecza. Po części, praca stanowi kontynuację prób monitoringu stada tarłowego począwszy od połowy XX wieku (Radtke i Dębowski 1996).

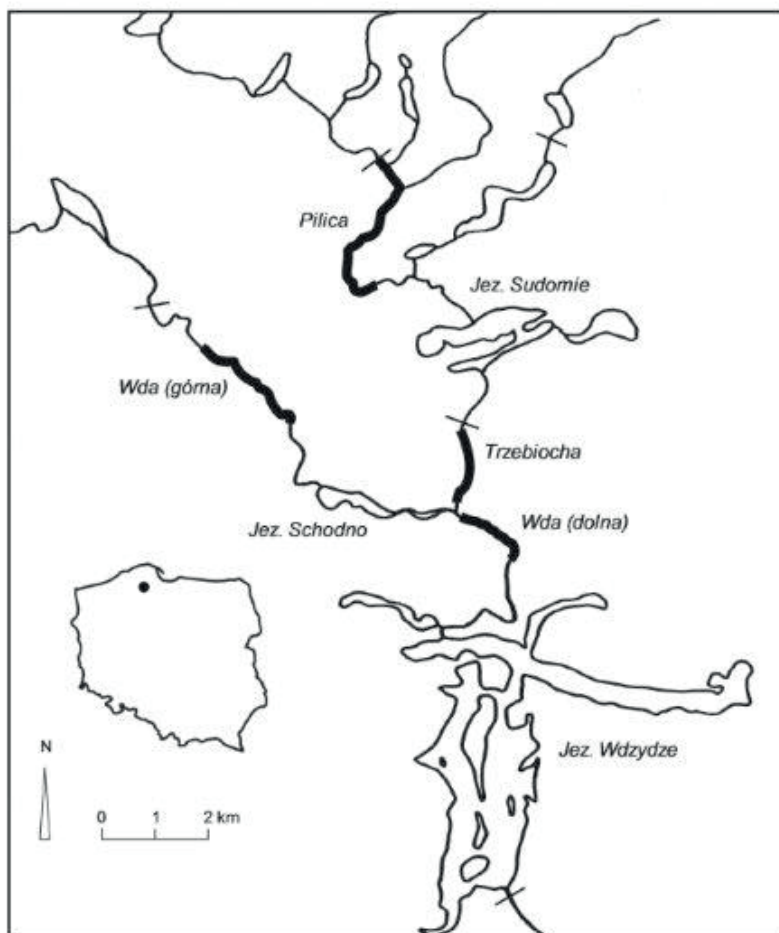
2. TEREN BADAŃ

Współcześnie, jeziorowa forma troci *Salmo trutta* m. *trutta* (L.) zasiedla pojedyncze jeziora położone w pasie pojezierzy na północy Polski, a najliczniejsze stado występuje w jeziorze Wdzydze (Radtke i Bartel 2011). Jezioro to położone jest w dorzeczu górnej Wdy na Pojezierzu Kaszubskim. Maksymalna głębokość jeziora sięga 68 metrów, a łączna powierzchnia całego zespołu jezior (Wdzydze Właściwe, Gołuń, Radolne, Jeleń) wynosi 1445 ha. Pierwotne tarliska troci z jeziora Wdzydze są dobrze rozpoznane i były opisane przez Sakowicza (1961). Znajdują się one w systemie Wdy powyżej jeziora Wdzydze. Można wyróżnić 3 podstawowe odcinki tzw. tradycyjnych tarlisk, tj.: Wdę na odcinku Krugliniec–Płocice, Wdę w okolicy Loryńca, oraz dopływ Wdy – Trzebiochę, poniżej Grzybowskiego Młyna (Rys. 1). Rzeki na tych fragmentach posiadają bystry nurt i żwirowo-kamienisty substrat (Fot. 1). Podstawowe parametry odcinków tarlisk przedstawiono w tabeli (Tab. 1). W przeszłości, tj. począwszy od połowy lat 50-tych XX wieku, rzeki te zostały poddane intensywnym pracom melioracyjnym, co zdecydowanie pogorszyło jakość pierwotnych tarlisk poprzez silny spadek poziomu wód oraz zwężenie i wyprostowanie koryt (Radtke 1994, Radtke i Dębowski 1996).

Tabela 1. Charakterystyka morfometryczna poszczególnych odcinków tarlisk troci w zlewniach Wdy, Trzebiochy i Pilicy.

Table 1. Morphological characteristics of several segments of spawning grounds in the Wda, and Trzebiocha Rivers and Pilica Stream catchments.

Rzeka \ Stream name	Szerokość \ Width (m)	Głębokość \ Depth (m)	Spadek \ Slope (‰)	Powierzchnia dorzecza \ Catchment area (km ²)
Wda – górna / upper segment	6,0–9,0	0,2–0,5	3,0	111,3
Wda – dolna / lower segment	8,0–12,0	0,8–1,0	1,0	421,4
Trzebiocha	6,0–8,0	0,2–0,5	1,3	206,2
Pilica	4,0–6,0	0,2–0,5	0,9	116,0



Rys. 1. Lokalizacja poszczególnych odcinków tarlisk troci (pogrubione linie) we Wdzie, Trzebiosze i Pilicy. Poprzeczne, krótkie kreski oznaczają bariery migracyjne.

Fig. 1. Locality of several stretches of spawning grounds (thickened lines) in the Wda, Trzebiocha and Pilica. Transversal short lines indicate migratory barriers.

Na tarliskach w dolnej Wdzie koło Loryńca (wodowskaz Wawrzynowo) „w związku z regulacją rzeki zero wodowskazu obniżono o 1 m” (PIHM 1956). Po przeprowadzeniu prac regulacyjnych poziom wody w jeziorze Schodno na biegu górnej Wdy obniżył się o około 2 m! (IMGW 1983). W porównaniu z pomiarami sprzed regulacji (Sakowicz 1961), szerokość rzek na odcinkach tarlisk zmniejszyła się blisko o połowę. W 1993 roku podjęto próbę renaturyzacji fragmentów tarlisk (Radtke 1994).

Badaniami objęto także rzekę Pilicę (górną Trzebiochę) na odcinku Korne–Lubiana (Rys. 1). Wcześniej troć w tej części systemu nie wystę-

powąła, jednak z uwagi na pogarszającą się sytuację troci w pierwotnym areale występowania, rozpoczęto jej wsiedlanie na początku lat 90. ub. wieku w celu wsparcia populacji wdzydzkiej (Radtke 1992). Pilica ma mniejszy spadek niż pozostałe rzeki tarliskowe (Tab. 1), jednak posiada krótkie fragmenty o bystrym nurcie i żwirowym dnie. Pilica przepływa przez zespół jezior Sudomie–Mielnica–Żołnowo (Rys. 1). W tej części systemu górnej Trzebiochy, z uwagi na izolację, troć stanowi stado odrębne od populacji wdzydzkiej, jednakże smolty z Pilicy mogą spływać w kierunku jeziora Wdzydze (Radtke 1992). Zarówno w rzekach stanowiących pierwotne tarliska troci (Wda, Trzebiocha), jak i w Pilicy, Zakłady Rybackie Wdzydze – użytkownik rzek, prowadzi odłowy tarlaków troci w czasie wędrówki tarłowej za pomocą agregatu elektrycznego z łodzi (Radtke i Dębowski 1996, Radtke 2009). We Wdzie i Trzebiosze połowy są prowadzone od początku lat 50-tych ubiegłego wieku, natomiast w Pilicy od 1997 roku. Ich celem jest pozyskanie ikry do inkubacji i zarybień. Ponadto wszystkie badane rzeki regularnie zarybiane są wylęgiem troci (Radtke 2009).

3. MATERIAŁY I METODY

Troć z jeziora Wdzydze stanowi unikalną, lokalną formę *Salmo trutta* związaną ze środowiskiem jeziorowo-rzeczynym. Tarło troci ma miejsce w okresie od października do grudnia z nasileniem w listopadzie (Sakowicz 1961, Radtke 2008). Obserwacje tarlisk i rejestrację gniazd tarłowych rozpoczynano w schyłkowym okresie tarła troci przypadającym zazwyczaj na początek grudnia a finalizowano pod koniec grudnia lub na początku stycznia. Prace te polegały na liczeniu gniazd podczas przejść wzdłuż brzegów rzek tarliskowych w okularach polaryzacyjnych, w miarę możliwości przy niskim stanie wody i dużej przejrzystości. W latach 1992–2015 badania prowadzono na tzw. tradycyjnych odcinkach tarlisk troci, tj. w Trzebiosze poniżej Grzybowskiego Młyna, oraz we Wdzie na odcinku Krugliniec–Płocice (Wda górna) i w okolicy Loryńca (Wda dolna) (Rys. 1). Ponadto w okresie 1997–2015 rejestrację gniazd prowadzono w potoku Pilica. Z uwagi na małe wahania poziomu wody na odcinkach tarlisk i stosunkowo dużą przejrzystość w okresie tarła wynikające ze żwirowego podłoża i obecności jezior, gniazda troci były dobrze widoczne (Fot. 2–3). Zaobserwowane gniazda rejestrowano określając ich liczbę oraz wielkość. Gniazda klasyfikowano według średnicy kopców na: bardzo małe (< 50 cm), małe (50–75 cm), średnie (75–100 cm) i duże (>100 cm). Za średnicę kopców przyjęto średnią arytmetyczną długości i szerokości kopca (Radtke 2008). Ponadto, okresowo, prowadzono przegląd tarlisk w czasie nasilenia tarła, dzięki czemu możliwa była obserwacja trących się ryb i powstawania niektórych gniazd. Z tego względu, że samice troci *Salmo trutta* budują z reguły jedno gniazdo, założono że liczba gniazd odpowiada liczbie samic, które odbyły naturalne tarło w danym roku.

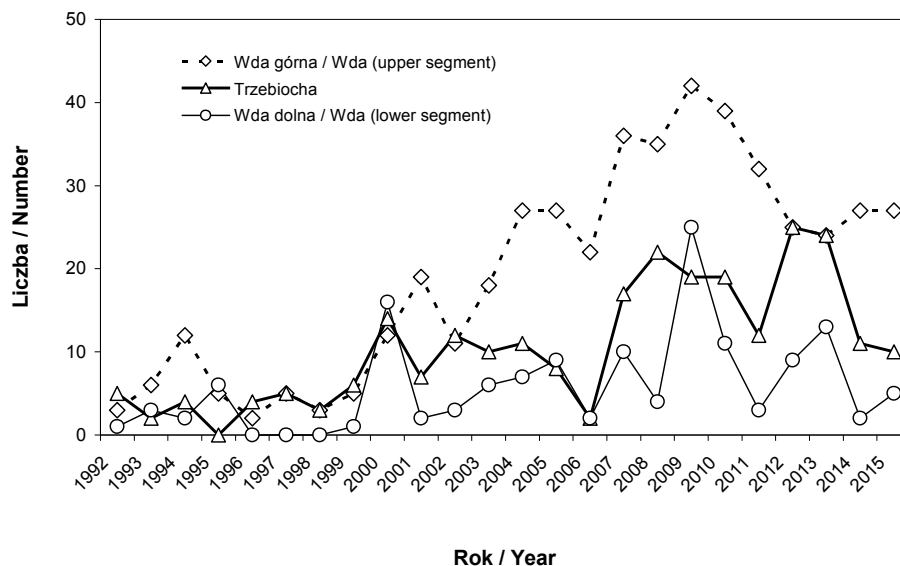
Rejestracja gniazd obejmowała wszystkie odcinki tarlisk na każdej z rzek powyżej jeziora Wdzydze. Należy zaznaczyć, że odłowy tarlaków prowadzone przez rybaków na tarliskach odbywają się jeszcze przed tarłem i z tego względu rejestracja gniazd umożliwia tylko częściową ocenę wielkości stada. Wyjątkowo, w roku 2015 nie prowadzono odłowów na żadnej z rzek, przez co w tym roku liczba gniazd w pełni odzwierciedla wielkość populacji tarłowej samic.

4. WYNIKI

Na pierwotnych tarliskach troci, tj. we Wdzie i Trzebiosze, w latach 90-tych XX wieku liczby gniazd były niewielkie i generalnie nie przekraczały kilku sztuk rocznie na każdej z rzek (Rys. 2). Natomiast począwszy od 2000 roku liczba gniazd wyraźnie zaczęła rosnąć. Najwyższy przyrost ich liczby obserwowano w górnej Wdzie. Ten odcinek Wdy stanowił główne tarlisko troci, a na przełomie pierwszej i drugiej dekady bieżącego wieku liczba gniazd oscylowała w granicach około 40 sztuk. Od 2007 roku znacząco wzrosła liczba gniazd na tarliskach w Trzebiosze, by maksimum osiągnąć w 2012 i 2013 roku, kiedy notowano ponad 20 gniazd. W dolnej Wdzie wzrost liczby gniazd nie był tak wyraźny jak na pozostałych odcinkach (Rys. 2). W bieżącym stuleciu suma rejestrowanych gniazd na tym odcinku rzadko przekraczała kilka sztuk. W ostatnich latach liczba gniazd spadła na wszystkich odcinkach tarlisk.

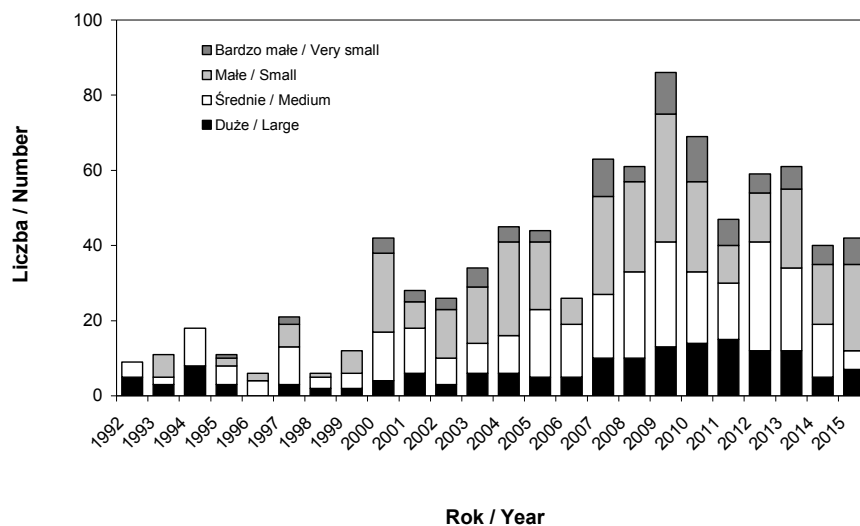
Ogółem, w ostatnim ćwierćwieczu, na „tradycyjnych” tarliskach we Wdzie i Trzebiosze liczba gniazd podlegała znacznym wahaniom i mieściła się w przedziale 6–86 sztuk rocznie (Rys. 3). Najwyższe liczby gniazd notowano na przełomie pierwszej i drugiej dekady obecnego wieku. W latach 90-tych ub. wieku, pomimo małej liczby, przeważały gniazda o dużej i średniej wielkości. Od początku XXI wieku wraz ze wzrostem liczby gniazd, zdecydowanie wzrósł udział gniazd małych i zaczęła wzrastać liczba gniazd bardzo małych (< 50 cm średnicy). W analizowanym okresie obserwowano istotny trend spadkowy udziału gniazd dużych i średnich (Rys. 4). W 2015 roku, z uwagi na brak połowów tarlaków, liczba gniazd odpowiadała pełnej liczbie stada tarłowego samic, którą można było ocenić łącznie we Wdzie i Trzebiosze na 42 sztuki.

W strumieniu Pilica liczba gniazd była mała na początku obserwacji, tj. od 1997 roku (Rys. 5). Na przełomie XX i XXI wieku wystąpił silny wzrost ich liczby. Przekroczyła ona wówczas 30 sztuk i była najwyższa w historii notowań. W Pilicy w całym okresie badań notowano przewagę udziału gniazd małych i bardzo małych. Gniazda duże, świadczące o obecności dużych samic, pojawiały się nieregularnie, w niewielkich liczbach (Rys. 5). W 2015 roku, kiedy nie prowadzono połowów, całkowita liczebność stada samic można było ocenić na 12 osobników.



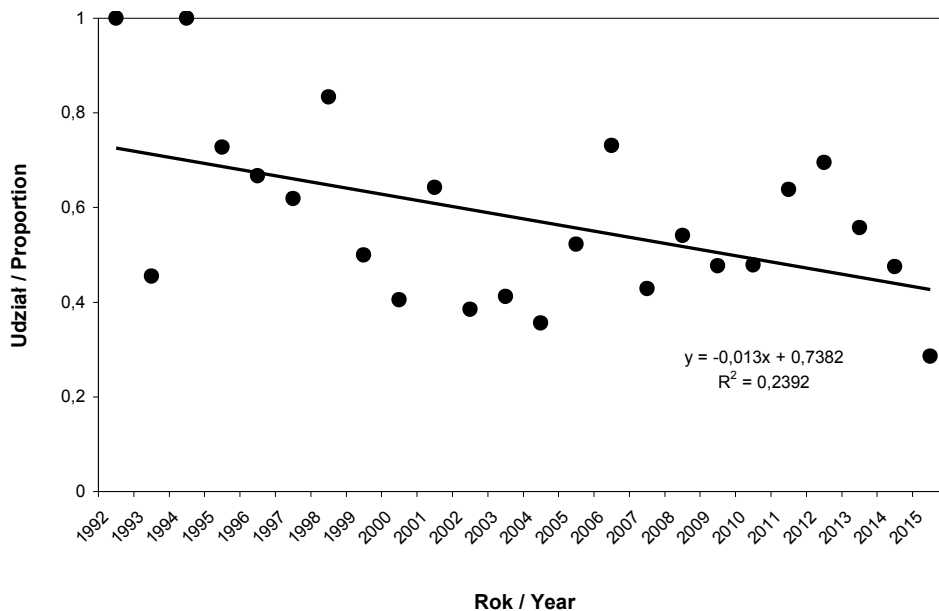
Rys. 2. Liczby gniazd troci na pierwotnych tarliskach (Wda górna, Wda dolna, Trzebiocha) w okresie 1992–2015.

Fig. 2. Number of trout redds on original spawning grounds (the upper Wda, the lower Wda, and the Trzebiocha Rivers) in 1992–2015.



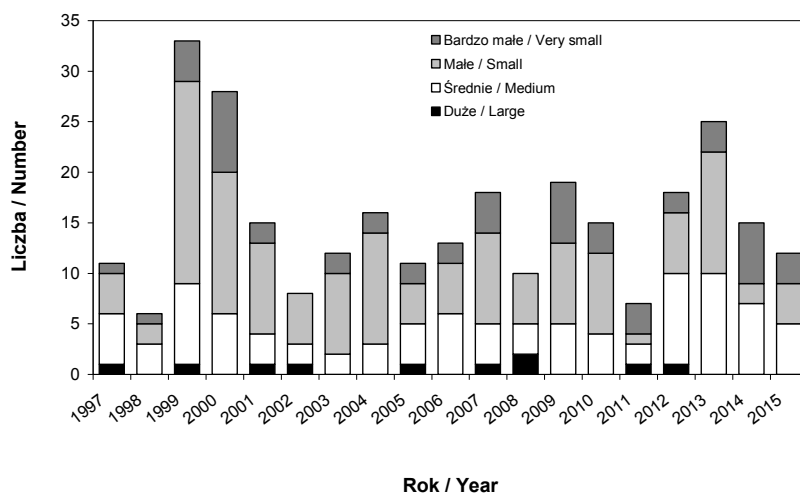
Rys. 3. Łączne liczby gniazd troci na pierwotnych tarliskach z uwzględnieniem rozmiarów gniazd w okresie 1992–2015.

Fig. 3. Total number of redds on original spawning grounds taking into account the redds' sizes in 1992–2015.



Rys. 4. Zmiany udziału gniazd dużych i średnich na pierwotnych tarliskach we Wdzie i Trzebieosze w okresie 1992–2015 ($p < 0,05$).

Fig.. 4. Changes of the proportion (share) of large- and medium-size redds on original spawning grounds in the Wda and the Trzebiocha Rivers in the period of 1992–2015 ($p < 0,05$).



Rys. 5. Łączne liczby gniazd troci w Pilicy z uwzględnieniem rozmiarów gniazd w okresie 1997–2015.

Fig. 5. Total number of redds in the Pilica Stream taking into account the redds' sizes in 1997–2015.

5. DYSKUSJA

W okresie kiedy liczebność troci z jeziora Wdzydze była duża, obserwowano że największe, złożone gniazda tworzone były przez kilka samic (Sakowicz 1961). W latach 60-tych ub. wieku, kiedy liczba poławianych samic troci przekraczała 300 osobników, liczba gniazd osiągała ok. 100 sztuk, a za główne tarlisko uważano Trzebiochę (Sakowicz 1961, Sakowicz i Szczerbowski 1969). W tym czasie długości i szerokości kopców gniazd zawierały się w przedziale 1,0–3,5 m, przy maksymalnych długościach poławianych samic do 90 cm, z przewagą w klasie 50–70 cm (Sakowicz 1961). W późniejszym okresie liczebność populacji drastycznie spadła, co należy przypisać głównie niekorzystnym zmianom środowiskowym, a przede wszystkim uregulowaniem koryt rzek tarliskowych (Radtke i Dębowski 1996).

W latach 90. podjęto szereg działań ochronnych w celu utrzymania i odbudowy stada troci w jeziorze Wdzydze, w tym: renaturyzację fragmentów tarlisk, wstrzymanie odłowów gospodarczych, ochronę tarlisk, intensyfikację zarybień i wykorzystanie dorzecza górnej Trzebiochy (Radtke 1992, 1994, 2009). Te zabiegi mogły być powodem wyraźnego wzrostu liczebności troci od początku XXI wieku, czego przejawem był wzrost liczby gniazd na tarliskach. Niestety, jako niepokojące zjawiska w ostatnich kilku latach należy odnotować spadek liczby samic, a także zmniejszenie rozmiarów gniazd wynikające ze zmniejszającej się wielkości samic. Biorąc pod uwagę, że szacunkowa długość samicy odpowiada ok. 55% średnicy kopca (Radtke 2008), można ocenić, że w ostatnich latach przeważają samice o długości ciała nie przekraczającej 40 cm.

Ewidentny wzrost udziału małych, dorosłych osobników troci jeziorowej jest najprawdopodobniej skutkiem pogarszających się warunków w jeziorze Wdzydze, gdzie wcześniej troć osiągała większe rozmiary ciała. Efekt zmniejszania się wielkości samic ma negatywne przełożenie na sukces reprodukcyjny i rekrutację populacji, bowiem mniejsze samice składają mniej ikry, o mniejszych rozmiarach (Einum i Fleming 1999, Jonsson i Jonsson 1999). Sądząc po wyraźnym spadku liczby gniazd dużych i średnich i przewadze gniazd o małej wielkości, w przypadku tej populacji można ocenić, że w ostatnim okresie następuje zanik typowej jeziorowej formy troci, na rzecz mniejszej, osiadłej formy rzecznej – pstrąga potokowego. Jednakże należy mieć na uwadze, że ze względu na pozyskiwanie tarlaków do sztucznego tarła, określone liczby gniazd nie odzwierciedlają pełnej liczebności stada tarłowego samic (poza rokiem 2015, kiedy połowów nie prowadzono). Tak więc dla zobrazowania całego stada tarłowego należałoby dodatkowo uwzględnić liczbę pozyskiwanych samic.

W strumieniu Pilica, w całym okresie badań zdecydowanie przeważały gniazda niewielkich rozmiarów, świadczące o gorszych warunkach wzrostu-

wych dla troci w stosunku do tarlisk w niższych częściach dorzecza. Jednak trocie z Pilicy nie mają możliwości przyspieszonego wzrostu w jeziorze, tak jak ma to miejsce w przypadku jeziora Wdzydze, którego głębokość sięga 68,0 m, a trocie latem przebywają w strefie ponad 20 m głębokości, gdzie panują najkorzystniejsze warunki termiczno-tlenowe (Radtke 1999). Zespół jezior Sudomie–Mielnica–Żołnowo na biegu Pilicy posiada maksymalną głębokość 16,1 m i jest silnie zeutrofizowany (Jańczak i inni 2007). Ten fakt tłumaczy przewagę osobników o małych rozmiarach w Pilicy, które jedynie okresowo mogą przebywać w środowisku jeziorowym (np. zimą). Jednak i tu w ostatnim okresie spadła ogólna liczba gniazd. Na niskie liczby gniazd mogły mieć wpływ okresowe zrzuty zanieczyszczeń z oczyszczalni ścieków w Łubianie nad Pilicą, które obserwowano w czasie tarła troci. Systematyczne zrzuty nieoczyszczonych ścieków pogarszające jakość wód obserwowano też w innych częściach systemu górnej Wdy i jeziora Wdzydze, w tym z oczyszczalni ścieków w Dziemianach i Stężycy. Ponadto na obniżenie poziomu wód powierzchniowych mogą oddziaływać liczne żwirownie powstałe w ostatnich latach w dorzeczu górnej Wdy (Trzebiochy). Zarówno w Pilicy jak i na pierwotnych tarliskach we Wdzie i Trzebiosze, spadek liczby i rozmiarów gniazd można tłumaczyć znaczącym obniżeniem poziomu wód obserwowanym w ostatnim okresie.

Narastające zmiany środowiskowe, w tym zmiany klimatu, mogą w istotny sposób wpływać na zanik populacji ryb łososiowatych (Hari i inni 2006, Jonsson i Jonsson 2009). W przypadku troci z jeziora Wdzydze, poza spadkiem liczebności troci obserwowane jest pojawianie się coraz mniejszych osobników, uwidaczniające się we wzroście udziału małych gniazd. W kontekście tych niekorzystnych zmian, koniecznością wydaje się podejmowanie intensywniejszych działań związanych z ochroną troci oraz jej siedlisk, zarówno w odniesieniu do rzek jak i jezior. Brak należytej ochrony tarła umożliwił połowy kłusownicze, szczególnie w ostatnich latach, przy obserwowanych bardzo niskich stanach wody na tarliskach (ślady penetracji kłusowniczej obserwowano podczas rejestracji gniazd). Zadaniem priorytetowym powinna być poprawa jakości wody w zespole jeziora Wdzydze i innych jezior w tej części systemu Wdy i Trzebiochy. Należy zaznaczyć, że tak cenny akwen jakim jest jezioro Wdzydze, nie został włączony do sieci państwowego monitoringu jezior prowadzonego przez WIOŚ. Ponadto, dla zahamowania spadku poziomu wód koniecznością jest zaniechanie prac melioracyjnych skierowanych na obniżanie się poziomu wody w tym obszarze. Pomimo panującego wyraźnego deficytu wody powierzchniowej, w ostatnich latach prowadzone były systemowe, szeroko zakrojone regulacje cieków w dorzeczu górnej Trzebiochy (Czysta Woda, Borowa), (Fot. 4), gdzie jeszcze kilka lat temu obserwowano tarło troci (Radtke 2008). Skutkiem tych prac było dalsze drastyczne obniżenie poziomu wód w ciekach i trudno jest znaleźć racjonalne uzasadnienie dla

takich działań. W tym przypadku, dla zapobieżenia dalszemu spadkowi poziomu wód, kierunek przedsięwzięć powinien być przeciwny i skierowany na renaturyzację rzek i ich otoczenia, co od lat, z dużym powodzeniem, jest prowadzone w innych rozwiniętych krajach.

PODZIĘKOWANIA

Panu dr. hab. Łukaszowi Głowackiemu autorzy pracy składają podziękowania za weryfikację językową tekstu angielskiego.

6. SUMMARY

After the spawning act, the females of salmonids bury eggs in gravel substrate. This results in formation of gravel mound (redd or nest) and one of the methods of estimating the abundance of a spawning population are counts of such redds. In the case of brown trout, *Salmo trutta*, it is assumed that one female creates one redd. Consequently, the estimate of the complete number of spawning females is easily possible.

Trout from Lake Wdzydze (Tab. 1), Pomeranian Voivodeship, northern Poland, is a local form of *Salmo trutta*, which is recently subject to strong disturbance. Because of environmental changes and isolation of its population, the assessment of the size of the spawning stock is of particular importance. Spawning grounds of trout are well recognized in the Lake Wdzydze area and they are located in the upper part of the Wda River system (Fig. 1, Photo 1). Since the 50s of the 20th century catches of spawners have been conducted by fishermen on the spawning grounds in the Wda and the Trzebiocha catchments for restocking. However, not all fish were ever caught. Thus, a substantial part of females spawn naturally.

In the past, the rivers underwent extensive drainage works, which significantly deteriorated the quality of the original spawning grounds by a strong drop in water level and narrowing and straightening of riverbeds. Due to poor environmental conditions in the original area of trout distribution, in the 1990s stocking was started in the upper part of the Trzebiocha system (the Pilica Stream) where the trout acclimatized (Fig. 1). In the Pilica Stream, catches of spawners have been carried out since 1997. Only in 2015 no fishing was conducted in all rivers.

Regular redd counts on the original spawning grounds in the Wda and the Trzebiocha Rivers were carried out in the period of 1992–2015 (Photo 2, 3). Moreover, between 1997–2015 such investigation was also performed in the Pilica Stream. The diameters of localized redds (tailspills) were determined and classified into four categories (in centimeters) as large: >100, medium: 75–100, small: 50–75, and very small <50. In the 1990s

the number of redds on the original spawning grounds was small (Fig. 2). After 2000 the number of redds increased probably as a result of protection efforts. The clearest progress was recorded in the upper Wda River, where the maximum number was estimated as more than 40. At the turn of the first decade of the 20th century, the share of the smallest redds increased (Fig. 3), while a downward trend in the number of large- and medium-sized redds was distinct (Fig. 4). However, the number of redds doesn't fully reflect the number of entire female stock there because some of adults are captured before spawning. In 2015, when no fishing was conducted, it was possible to assess the size of the stock on original spawning grounds (i.e. the Wda and the Trzebiocha Rivers) as consisting of 42 females.

In the Pilica Stream, the number of counted redds revealed significant fluctuations (Fig. 5). The highest number of redds were recorded in 1999–2000 and 2013. Moreover, similarly as in the lower part of the system, a decline of counted redds was observed in the last two years. A respective redd count carried out in 2015 permits to assess the total number of spawning females in the Pilica to be 12.

The decline of the population of trout from Lake Wdzydze can be assigned to climate and environmental changes, including decreasing water level in the area. Beside the natural causes, the decrease of water level is enhanced by continued drainage works in the catchment and also gravel excavation (Photo 4). In addition, there are many shortcomings in the functioning of sewage treatment plants functioning in the area.

7. LITERATURA

- Al-Chokhachy R., Budy P. 2005. Understanding the significance of redd counts: a comparison between two methods for estimating the abundance of and monitoring bull trout populations. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 25, 1505–1512.
- Barlaup B.T., Lura H., Saegrov H., Sundt R.C. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid behaviour. *Can. J. Zool.*, 72, 636–642.
- Beard T.D., Carline R.F. 1991. Influence of spawning and other stream habitat features on spatial variability of wild brown trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 120, 711–722.
- Beland K.F. 1996. The relation between redd counts and Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr populations in the Dennys River, Maine. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53, 513–519.
- Blanchfield P.J., Ridgway M.S. 2005. The relative influences of breeding competition and habitat quality on female reproductive success in lacustrine brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62, 2694–2705.
- Chapman D.W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 117, 1–21.

- Crisp D.T., Carling P.A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish. Biol.*, 34, 119–134.
- Dauble D.D., Geist D.R. 2000. Comparison of mainstem spawning habitats for two populations of fall chinook salmon in the Columbia River basin. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 16, 345–361.
- De Gaudemar B., Schroder S.L., Beall E.P. 2000. Nest placement and egg distribution in Atlantic salmon. *Environ. Biol. Fishes*, 57, 37–47.
- Dunham J., Rieman B., Davis K. 2001. Sources and magnitude of sampling error in redd counts for bull trout. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 21, 343–352.
- Edo K., Kawamura H., Higashi S. 2000. The structure and dimensions of redds and egg pockets of the endangered salmonid, Sakhalin taimen. *J. Fish. Biol.*, 56, 890–904.
- Einum S., Fleming I.A. 1999. Maternal effects of egg size in brown trout (*Salmo trutta*): norms of reaction to environmental quality. *Proc. R. Soc. Lond., B*, 266, 2095–2100.
- Elliott J.M. 1995. Fecundity and egg density in the redd for sea trout. *J. Fish Biol.*, 47, 893–901.
- Erhardt J.M., Scarnecchia D.L. 2014. Population changes after 14 years of harvest closure on a migratory population of Bull Trout in Idaho. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 34, 482–492.
- Esteve M. 2005. Observations of spawning behaviour in Salmoninae: *Salmo*, *Oncorhynchus* and *Salvelinus*. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 15, 1–21.
- Gallagher S.P., Gallagher C.M. 2005. Discrimination of Chinook salmon, coho salmon, and steelhead redds and evaluation of the use of redd data for estimating escapement in several unregulated streams in northern California. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 25, 284–300.
- Hari R.E., Livingstone D.M., Siber R., Burkhardt-Holm P., Guttinger H. 2006. Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine rivers and streams. *Glob. Chang. Biol.*, 12, 10–26.
- Howell P.J., Sankovich P.M. 2012. An evaluation of redd counts as a measure of bull trout population size and trend. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 32, 1–13.
- IMGW. 1983. Podział Hydrograficzny Polski. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, ss. 924.
- Jańczak J., Maślanka W., Nowiński K. 2007. The impact of selected Pomeranian lakes on nutrient load transformation. *Limn. Rev.*, 7/4, 191–197.
- Jonsson N., Jonsson B. 1999. Trade-off between egg mass and egg number in brown trout. *J. Fish Biol.*, 55, 767–783.
- Jonsson B., Jonsson N. 2009. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *J. Fish Biol.*, 75, 2381–2447.
- Louhi P., Maki-Petays A., Erkinaro J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. *Riv. Res. Applic.*, 24, 330–339.
- Murdoch A.R., Pearsons T.N., Maitland T.W. 2009. The number of redds constructed per female spring Chinook salmon in the Wenatchee River basin. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 29, 441–446.

- Ottaway E.M., Carling P.A., Clarke A., Reader N.A. 1981. Observations on the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. J. Fish. Biol., 19, 593–607.
- PIHM. 1956. Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych. Dorzecze Wisły i rzeki Przymorza na wschód od Wisły. Wyd. Kom. i Łączn., Warszawa.
- Radtke G. 1992. Możliwości wychowu oraz spływu jednorocznych smoltów troci jeziorowej w górnej części zlewni Trzebiochy. Kom. Ryb., 6, 9–11.
- Radtke G. 1994. Renaturyzacja rzeki Trzebiochy, jako jeden z elementów ochrony troci z jeziora Wdzydze. Kom. Ryb., 1, 22–23.
- Radtke G. 1999. Distribution of lake trout in Wdzydze Lake. Arch. Pol. Fish., 7/1, 129–140.
- Radtke G. 2008. Some characteristics of lake trout *Salmo trutta* m. *lacustris* L. redds in the upper Wda River system (north Poland). Arch. Pol. Fish., 16, 119–134.
- Radtke G. 2009. Możliwości i metody aktywnej ochrony troci jeziorowej (*Salmo trutta* m. *lacustris*) w zlewni jeziora Wdzydze. ss. 225–242 (W: Rozród, podchów, profilaktyka ryb łososiowatych i innych gatunków. Red. Z. Zakęś, K. Demska-Zakęś, A. Kowalska, D. Ulikowski). Wyd. IRŚ Olsztyn.
- Radtke G. 2013. Effects of substrate composition and water temperature on the emergence success of lacustrine brown trout *Salmo trutta* m. *lacustris* L. fry from natural redds. Folia Zoologica, 62/4, 247–256.
- Radtke G., Bartel R. 2011. Występowanie troci *Salmo trutta* L. w jeziorach północnej Polski w ujęciu historycznym i środowiskowym. ss. 73–90 (W: Ocena i ochrona bioróżnorodności wód. Red. M. Jankun, G. Furgała-Selezniow, M. Woźniak, A.M. Wiśniewska). UWM Olsztyn. Wyd. AW Argi, Wrocław.
- Radtke G., Dębowski P. 1996. Troć z jeziora Wdzydze, *Salmo trutta* m. *lacustris* L., w latach 1951–1995. Zoologica Poloniae 41/Supplement, 99–104.
- Rieman B.E., Myers D.L. 1997. Use of redd counts to detect trends in bull trout (*Salvelinus confluentus*) populations. Cons. Biol., 11, 1015–1018.
- Sakowicz S. 1961. Rozród troci (*Salmo trutta morpha lacustris* L.) z jeziora Wdzydze. Roczn. Nauk Roln., 93D, 501–556.
- Sakowicz S., Szczerbowski J.A. 1969. Przebieg tarła troci (*Salmo trutta* m. *lacustris* L.) z Jeziora Wdzydze w latach 1966–1967. Acta Hydrobiol., 11/2, 233–243.
- Soulsby C., Youngson A.F., Moir H. J., Malcolm I.A. 2001. Fine sediment influence on salmonid spawning habitat in a lowland agricultural stream: a preliminary assessment. Sci. Total. Environ., 265, 295–307.
- van den Berghe E.P., Gross M.R. 1984. Female size and nest depth in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41, 204–206.
- van den Berghe E.P., Gross M.R. 1989. Natural selection resulting from female breeding competition in a Pacific salmon (coho: *Oncorhynchus kisutch*). Evolution, 43, 125–140.
- Witzel L.D., MacCrimmon H.R. 1983. Redd-site selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. Trans. Am. Fish. Soc., 112, 760–771.
- Zimmer M.P., Power M. 2006. Brown trout spawning habitat selection preferences and redd characteristics in the Credit River, Ontario. J. Fish. Biol., 68, 1333–1346.

Deklaracja autorów o udziale w przygotowaniu publikacji:

Wszyscy współautorzy niniejszej publikacji przyczynili się, choć w różnym stopniu, do: A – przygotowania projektu badań i programu pracy; B – zbierania danych i prowadzenia badań; C – przeprowadzenia analizy statystycznej; D – interpretacji wyników; E – opracowania manuskryptu; F – wyszukiwania literatury. Sumaryczny udział poszczególnych współautorów wynosił: GR – 80%, PD – 20%. Pomędzy współautorami nie istnieje konflikt interesów. Praca nie posiada autorów nieujawnionych.



Fot. 1. Odcinek tarlisk troci w górnej Wdzie (Fot. G. Radtke).

Photo 1. Stretch of trout spawning grounds in the upper Wda River (Photo by G. Radtke).



Fot. 2. Gniazdo troci w górnej Wdzie (Fot. G. Radtke).

Photo 2. Redd of trout in the upper Wda River (Photo by G. Radtke).



Fot. 3. Gniazdo troci w Trzebiosze (Fot. A. Lejk).
Photo 3. Redd of trout in the Trzebiocha Stream (Photo by A. Lejk).



Fot. 4. Uregulowany odcinek Czystej Wody – dopływu górnej Trzebiochy koło Gostomia; kwiecień 2013, wyraźne obniżenie poziomu wody (Fot. G. Radtke).
Photo 4. Regulated stretch of the Czysta Woda Stream, a tributary of the upper Trzebiocha River, near the village of Gostomie; April 2013, evident drop of water level (Photo by G. Radtke).

