

Biomasa ryb Zbiornika Zegrzyńskiego w aspekcie ich eksploatacji na przykładzie krapia, *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)

Jacek SZLAKOWSKI i Wiesław WIŚNIEWOLSKI

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie,
Zakład Rybactwa Rzeczno-gwiazdowego w Żabieńcu,
ul. Główna 48, 05-500 Piaseczno, e-mail: irs@warman.com.pl

Abstrakt – Materiały do badań nad stadem krapia, *Blicca bjoerkna* (L.), ze Zbiornika Zegrzyńskiego zbierano w okresie od stycznia do listopada 1999 roku, z połowów gospodarczych z zastosowaniem wontonów. Dodatkowe materiały zebrano z elektropolowów przeprowadzonych w październiku 2000 i w czerwcu 2001 z połowów gospodarczych i eksperymentalnych. Parametry zależności masa (g) – długość (*l*, cm) wynoszą $W=0.00808 \cdot L^{3.1691}$. Parametry równania wzrostu długości von Bertalanffy'ego wyznaczono ze skumulowanego rozkładu długości, stosując metodę SLCA, otrzymując $L_{\infty}=41.3$ cm, $K=0.1694$ i $t_0=-0.121$. Średnie wielkości śmiertelności całkowitej, naturalnej i połowowej wynoszą: $Z=0.62$, $M=0.30$ i $F=0.32$ rok⁻¹. Zagęszczenie biomasy stada krapia odpowiadające aktualnej intensywności połowów wynosi 43 kg ha⁻¹ a biomasa 107 ton. Symulowano zmiany wielkości stada krapia w okresie dziesięcioletnim w zależności od zmian intensywności połowów. Dwukrotne zwiększenie intensywności połowów nie spowoduje znaczącego spadku zagęszczenia biomasy, jedynie do 36 kg ha⁻¹ (90 ton). Natomiast całkowite zaprzestanie połowów spowoduje skokowy wzrost wielkości biomasy odpowiednio do 80 kg ha⁻¹ i 200 ton.

Słowa kluczowe: Zbiornik Zegrzyński, eksploatacja rybacka, *Blicca bjoerkna*, szacunki biomasy

Biomass of fish stocks from Zegrzyński Reservoir as a feature of their exploitation, with a reference to white bream stock, *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) – The stock of white bream, *Blicca bjoerkna* (L.), from Zegrzyński Reservoir was studied using data from artisanal gill net fishery between January and November 1999. Additional data were collected from electrocatches in October 2000 and in June 2001 from artisanal and exploratory catches. The mass (g) – length (*l*, cm) relationship is $W=0.00808 \cdot L^{3.1691}$. The von Bertalanffy growth parameters, estimated from the compound length frequency data with the SLCA method, are $L_{\infty}=41.3$ cm, $K=0.1694$ and $t_0=-0.121$. Average approximations of total, natural and fishing mortality rates are $Z=0.62$, $M=0.30$ and $F=0.32$ year⁻¹. Estimated mean stock biomass density at the current level of fishing intensity is 43 kg ha⁻¹ and biomass is 107 tons. The development of the white bream stock size during the ten years period is predicted by simulation changes in the fishing intensity. The double increase in the fishing intensity will not decrease biomass density substantially, only to 36 kg ha⁻¹ (90 tons). To the contrary, total cessation of catches will lead to the sharp increase in the biomass density and biomass to 80 kg ha⁻¹ and 200 tons respectively.

Key words: Zegrzyński Reservoir, fisheries exploitation, *Blicca bjoerkna*, biomass estimates.

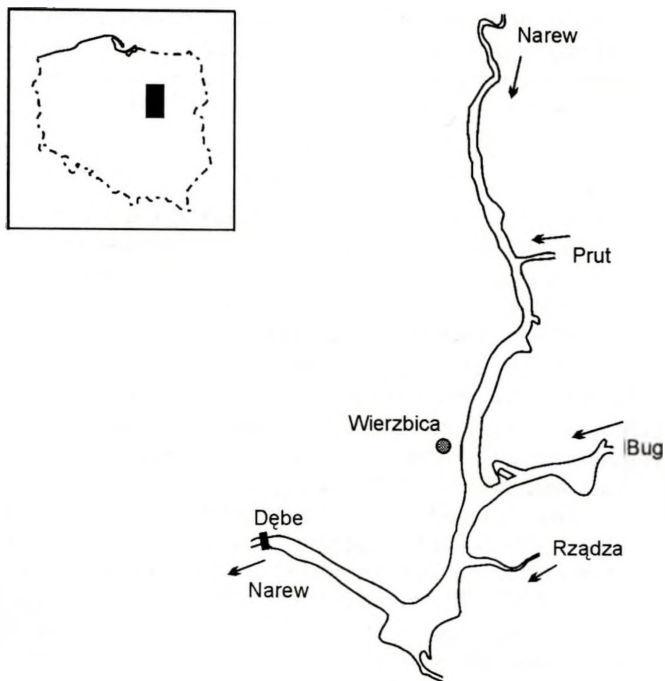
1. Wstęp

Krąp, *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) jest gatunkiem licznie występującym w zespole ryb Zbiornika Zegrzyńskiego. W połowach gospodarczych zajmuje drugie miejsce pod względem masy, za leszczem, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) i trzecie pod względem wartości, za leszczem i płocią, *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Pomimo wzrostu jego połowów w ostatnich latach, z 6 ton w 1992 roku (10% połowów całkowitych), 13 ton w 1996 roku (30.1%) do 26 ton w 2000 roku (52.6%), ze względu na niską wartość handlową i ograniczone możliwości sprzedaży, traktowany jest jako niepożądany gatunek przyłowu. W zbiornikach zaporowych krąp znajduje sprzyjające warunki rozwoju (Wajdowicz 1964, Kutuzov 1975, Spivak 1987) i staje się jednym z gatunków dominujących. Traktowany jest jako konkurent pokarmowy ryb cenniejszych gospodarzo (leszcz, płoć) (Klimczyk-Janikowska 1974) lub niekiedy jako „biologiczny meliorator”, ograniczający biomasę *Dreissena polymorpha* i narybku jazgarza (Zadorozhnaya 1978). W Zbiorniku Zegrzyńskim liczebne, o znacznych biomasach, populacje leszcza, płoci i krąpia, dzięki wykorzystywaniu zróżnicowanych nisz pokarmowych i różnic w mechanizmach i biologii odżywiania, współużytkują zasoby pokarmowe zbiornika (Terlecki i in. 1990, Tadjajewska 1993).

Strategie zarządzania gospodarką rybacką na Zbiorniku Zegrzyńskim powinny uwzględniać nie tylko oczekiwania wędkarzy czy też rybaków, ale także brać pod uwagę ochronę stad ryb (i zbiornika) przed biologiczną degradacją. Stąd, celem pracy jest zbadanie, jak zmieniać się będzie biomasę stada krąpia, jednego z masowych gatunków, w sytuacji zmian wielkości nakładu połowowego, od całkowitego zaprzestania połowów do jego podwojenia.

2. Teren badań

Zbiornik Zegrzyński (52° 30'N, 27° 07'E) powstał w 1963 roku w wyniku przegradzenia koryta Narwi w miejscowości Dębe (ryc. 1). Pełny stan zalewu osiągnięto w 1964 roku. Powierzchnia zbiornika wynosi 33 km², pojemność 94.3 10⁶ m³, długość 40 km a szerokość waha się od 0.5 do 3 km. Zbiornik jest płytki, o głębokości średniej 3.5 m, 7 m w starym korycie Narwi i 9 m przy zaporze. Zasilany jest przez wody Narwi, około 40 % i Bugu, około 58 %. Pozostałe dopływy wnoszą mniej niż 1% wody. Czas retencji waha się od 1 doby przy wysokiej wodzie do ponad 15 dób przy niskim stanie, średnio 4.4 doby. Wahania poziomu wody są niewielkie, mogą sięgać 0.5 m, lecz zwykle nie przekraczają 0.1 m w ciągu doby. Ekosystem zbiornika odznacza się znaczną produktywnością, bogatym zespołem fito- i zooplanktonu oraz niezwykle obfitą biomasą bentosu, zdominowaną przez Mollusca, Chironomidae i Tubificidae (Dusoge i in. 1985, 1999, Kajak 1990). Główne funkcje zbiornika to gromadzenie wód powodziowych, zaopatrzenie aglomeracji warszawskiej w wodę, hydroenergetyka, rekreacja i gospodarka rybacka. Powierzchnię zbiornika przydatną do celów rybackich szacuje się na 2500 ha. Rybackim użytkownikiem Zbiornika Zegrzyńskiego jest Polski Związek Wędkarski.



Ryc. 1. Zbiornik Zegrzyński.

Fig. 1. Location of the Zegrzyński Reservoir.

3. Materiał i metoda

Materiały do badań nad populacją krąpia zbierano comiesięcznie, od stycznia do listopada 1999 roku, bezpośrednio z połowów gospodarczych prowadzonych na Zbiorniku Zegrzyńskim przez trzy brygady rybackie zatrudnione przez Polski Związek Wędkarski. Podstawowym narzędziem połowowym były wontony o wielkości oka 45, 60, 70, 80 i 90 mm (mierzone od węzła do węzła). Badania prowadzono na terenie bazy rybackiej PZW w Wierzbicy. W pomiarze masowym mierzono długość całkowitą wszystkich ryb z połowu lub podpróbę w klasach 0.5 cm. Do analizy szczegółowej ryby pobierano z pomiaru masowego, z jednocentymetrowych klas długości. Ryby mierzono z dokładnością do 1 mm (długość całkowita), ważono z dokładnością do 1 g i pobierano łuski do późniejszych oznaczeń wieku. W październiku 2000 przeprowadzono elektropołowy na wybranych stanowiskach w strefie przybrzeżnej zbiornika w celu zebrania stadiów młodzieżowych gatunków eksploatowanych gospodarczo, w tym krąpia, a nie występujących w połowach sieciowych. Badania uzupełniono w czerwcu 2001, zbierając materiały z połowów gospodarczych oraz wontonów o wielkości oczek 22, 30, 40 i 50 mm (mierzonych od węzła do węzła) wystawionych przez pracowników Zakładu Rybactwa Rzecznego IRS. Ogółem, w całym okresie badań, zmierzono 2673 ryby, o łącznej masie 808 kg.

Parametry równania wzrostu długości von Bertalanffy'ego: $L_t = L_\infty \cdot [1 - e^{-K(t-t_0)}]$ gdzie L_t to długość w wieku t , L_∞ – długość asymptotyczna, K – tempo wzrostu w jakim osiągana jest asymptota, a t_0 – wiek w którym długość ryby równa się zero, wyznaczono ze skumulowanego rozkładu długości stosując Shepherd's Length Composition Analysis (SLCA) (Shepherd 1987) i program LFDA (Holden i Bravington 1992).

Wyznaczone parametry wzrostu posłużyły do transformacji rozkładu długości na rozkład wieku. Parametry a i b zależności masa–długość, $W=a * L^b$ ($n=437$), wyznaczono stosując regresję liniową (Saila i in. 1988). Śmiertelność całkowitą Z , wyznaczono metodami Beverton'a i Holt'a (1956): $Z = K(L_{\infty} - \bar{l}) / (L_{\infty} - l')$, oraz Ehrhardt'a

i Ault'a (1992): $\left[\frac{L_{\infty} - L_{\max}}{L_{\infty} - l'} \right]^{Z/K} = \left[\frac{Z(l' - \bar{l}) + K(L_{\infty} - \bar{l})}{Z(L_{\max} - \bar{l}) + K(L_{\infty} - l')} \right]$, estymującymi Z na pod-

stawie parametrów wzrostu równania von Bertalanffy'ego, długości pełnego uzupełnienia l' , średniej długości w połowie ryb w pełni uzupełnionych \bar{l} i maksymalnej obserwowanej długości l_{\max} (Gayanilo i Pauly 1997). Śmiertelność naturalną, M , krąpia wyznaczono stosując modele empiryczne Alverson'a i Carney'a (1975): $M = 3K / [\exp(0.38t_{\max}K) - 1]$, oraz Pauly'ego (1980): $\log M = -0.0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log K + 0.4634 \log T$, gdzie t_{\max} to maksymalny obserwowany wiek (przyjęto $t_{\max} = 16$ lat dla krąpia ze Zbiornika Zegrzyńskiego), K , L_{∞} parametry równania wzrostu von Bertalanffy'ego, T średnioroczna temperatura wody (9.6°C , według danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej). Śmiertelność połowową (startową) F wyznaczono z zależności: $F = Z - M$.

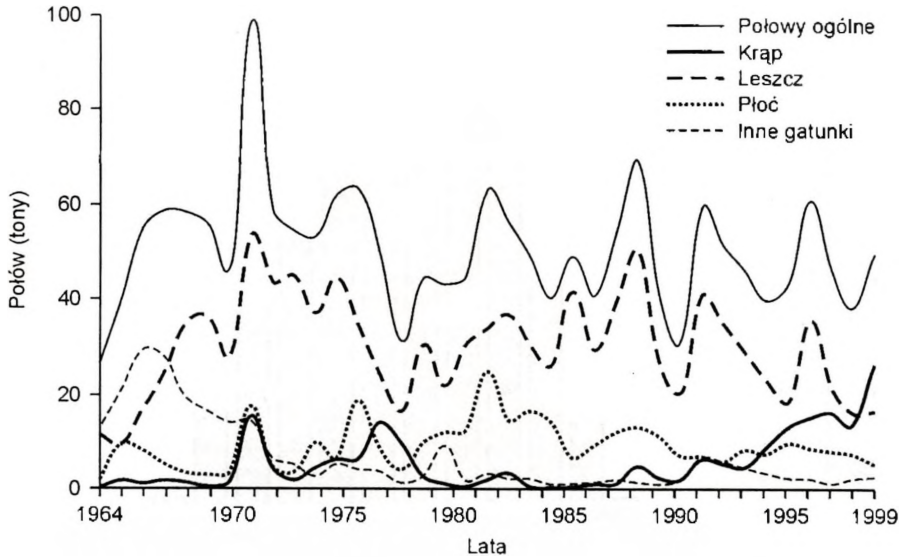
Ponieważ nie istnieją wieloletnie, historyczne dane opisujące strukturę wielkościową stada krąpia i jego zmiany, wstępnie założono, że znajduje się ono w równowadze i przeprowadzono analizę pseudokohorty krąpia przy użyciu programu VIT (Leonart i Salat 1997). Program odtwarza wielkość stada wykorzystując analizę kohort (Pope 1972): $N_{i+1} = N_i * e^{-Z_i}$, $N_i = N_{i+1} * e^M + C_i * e^{M/2}$, gdzie N_i to liczebność grupy wieku na początku okresu i , M – śmiertelność naturalna (stała), Z_i – śmiertelność całkowita grupy wieku i , C_i – połów w sztukach ryb z grupy wieku i . Następnie obliczono wielkość odłowu na rekruta (Y/R):

$$Y/R = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n C_i \bar{w}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n \bar{N}_i \bar{w}_i F_i, \text{ gdzie } \bar{w}_i, \text{ to } \text{średnia masa ryby w grupie wieku } i,$$

\bar{N}_i – średnia roczna liczebność w grupie wieku i , a F_i śmiertelność połowowa grupy wieku i . Jedną z opcji programu VIT jest możliwość odstąpienia od warunku równowagi i przeprowadzenia analizy stada przy zmienionych warunkach sposobu eksploatacji i zmianach uzupełnienia R . Przyjęto, że aktualny sposób eksploatacji stada krąpia opisuje wektor śmiertelności połowowej F , obliczony przy zastosowaniu metody kohort, któremu odpowiada krotność aktualnego nakładu połowowego, $X=1$. Wobec braku danych o przebiegu zależności stado–uzupełnienie założono, że uzupełnienie jest stałe, $R=1$. Korzystając z opcji programu VIT wygenerowano stochastyczne uzupełnienie o rozkładzie logarytmiczno normalnym, ze średnią $E(x)=1$ i wariancją $Var(x)=0.1$. Przeprowadzono symulacje zmian wielkości biomasy stada krąpia w okresie dziesięcioletnim w zależności od zmian wielkości nakładu połowowego przy $X=0.0, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ co odpowiada: zaprzestaniu połowów, zmniejszeniu nakładu o 90%, 50%, pozostawieniu wielkości nakładu bez zmian oraz zwiększeniu nakładu 1.5 i 2 razy. Obliczenia wykonano dla średniej wielkości połowów za lata 1996–2000, wynoszącej 16.7 tony.

4. Wyniki

Począwszy od 1964 roku, gdy rozpoczęto połowy gospodarcze na Zbiorniku Zegrzyńskim, dominują w nich trzy gatunki ryb karpiowatych: leszcz, płóc i krąp (ryc. 2). Jedyne w latach 1964–1970, który to okres można uznać za „rzeczną” fazę istnienia zbiornika, udział pozostałych gatunków ryb był znaczący i wahał się



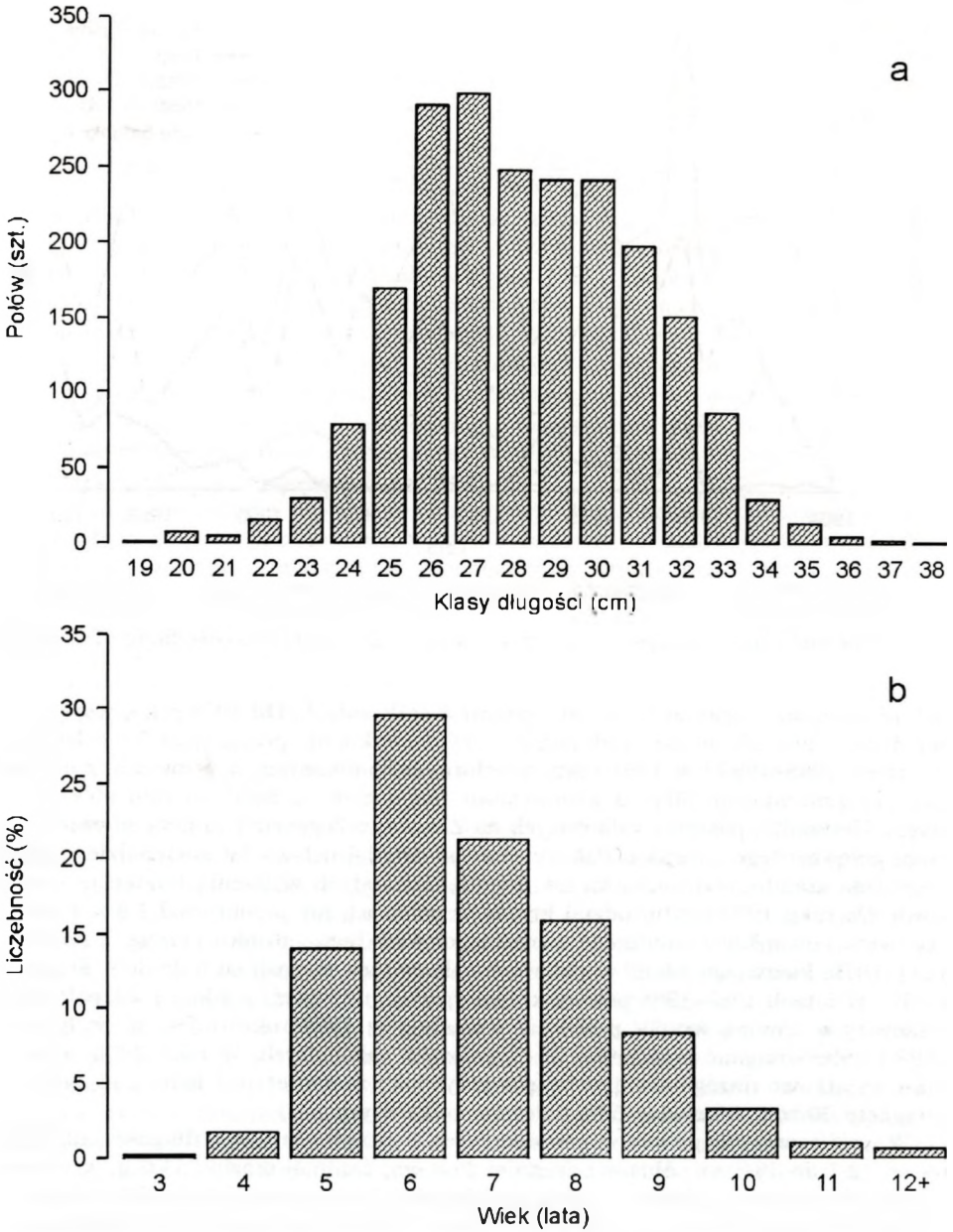
Ryc. 2. Całkowite połowy gospodarcze i wybranych gatunków ryb na Zbiorniku Zegrzyńskim w latach 1964–2000

Fig. 2. Total and selected fish species commercial catches in Zegrzyński Reservoir during 1964–2000

(z tendencją malejącą) od 52 do 30% połowów całkowitych. Od 1973 roku, wyjąwszy pojedyncze lata, ich udział spadł poniżej 10%, i zwykle nie przekraczał 5% połowów. W latach 1968–1995 i w 1997 roku, absolutnym dominantem w połowach, z udziałem przekraczającym 50%, a jednostkowo sięgającym aż 84% (średnio 65%), był leszcz. Dynamika połowów całkowitych na Zbiorniku Zegrzyńskim była odwzorowaniem połowów tego gatunku. Połowy płoci od drugiej połowy lat siedemdziesiątych względnie stabilne, od początku lat dziewięćdziesiątych wykazują tendencję spadkową. Do roku 1970 średni udział krapia w połowach nie przekraczał 1.8%. Pierwszy okres stosunkowo znacznego wzrostu połowów tego gatunku przypada na lata 1971–1979, kiedy jego udział w połowach całkowitych wynosił od 3 do 30%, średnio 12.9%. W latach 1980–1988 połowy krapia spadają i wynoszą średnio 1.7% połowów całkowitych. Połowy krapia ponownie wzrastają w 1989 roku (6.7%) by w latach 1998 i 1999 osiągnąć przeciętnie 35 % połowów całkowitych. W roku 2000, w wyniku wyjątkowo dużego zaciągu krapia przywłoką w zimie spod lodu, jego połowy osiągnęły 26 ton, stanowiąc 53% połowów całkowitych.

W analizowanych połowach gospodarczych wystąpiły krapie o długości całkowitej od 19.7 do 38.3 cm, długości średniej 28.8 cm, średniej masie 351.6 g, w wieku od 3 do 16 lat (ryc. 3). Ryby z przedziału długości 25–32 cm stanowiły 87% połowów. W rozkładzie wiekowym, transformowanym z rozkładu długości, z zastosowaniem parametrow równania długości von Bertalanffy'ego (tabela I), dominują ryby w wieku od 5 do 8 lat (84.5%). Krapie po raz pierwszy łowione są w wieku $t_c = 3$ lata a wiek pełnego uzupełnienia (a_f) wynosi 6 lat.

Średnia wartość śmiertelności całkowitej Z wynosi 0.62 rok^{-1} , śmiertelności naturalnej $M=0.3 \text{ rok}^{-1}$ a śmiertelności połowowej $F=0.32 \text{ rok}^{-1}$ (tabela I). Krzywa odłowu w analizowanym zakresie krotności F , od 0 do 2, nie ma maksimum (ryc. 4). Jest to sytuacja typowa gdy współczynnik śmiertelności naturalnej M jest wysoki. Dalsze zwiększanie nakładu połowowego, przy zachowaniu dotychczasowego sposobu

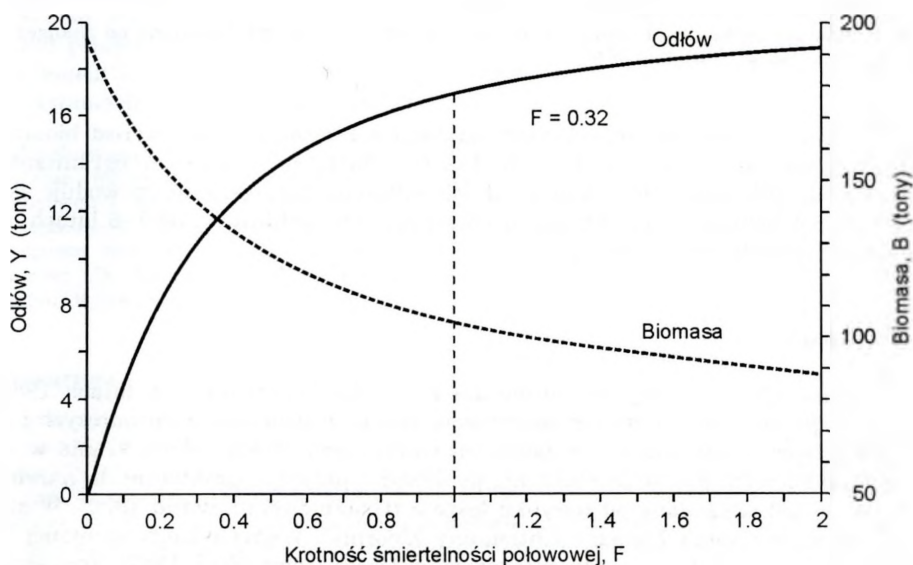


Ryc. 3 Rozkład długości (a) i wieku (b) krapia w połowach na Zbiorniku Zegrzyńskim.

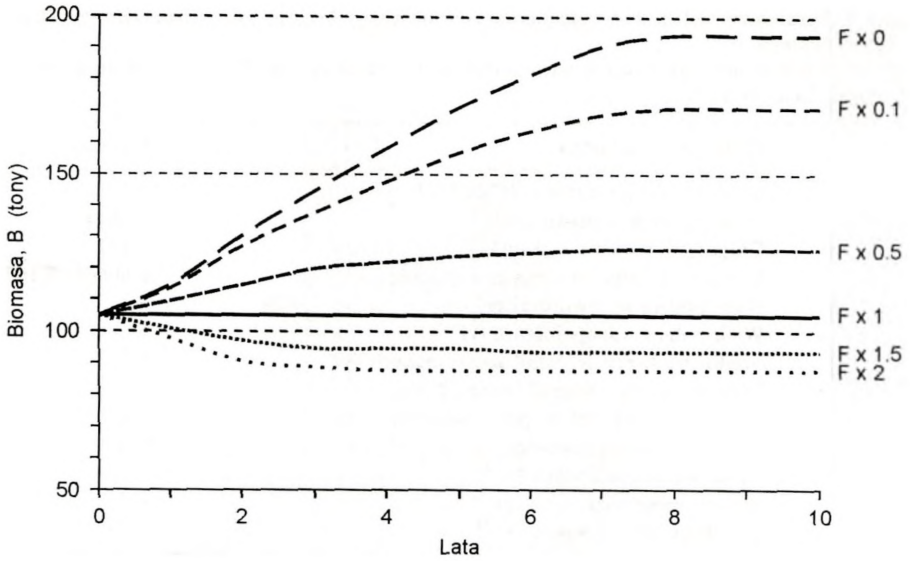
Fig. 3. Length (a) and age (b) distribution of white bream in catches in Zegrzyński Reservoir

Tabela I Parametry biologiczne i eksploatacyjne populacji krapia, *Blicca bjoerkna*, ze Zbiornika ZegrzyńskiegoTable I Biological and exploitation parameters of the white bream, *Blicca bjoerkna*, stock from Zegrzyński Reservoir.

Parametr	Definicja i jednostka	Wielkość
L_{∞}	Długość asymptotyczna (lt , cm)	41.3
K	Współczynnik wzrostu (yr^{-1})	0.1694
t_0	Długość w wieku $t = 0$ (yr)	-0.121
$a; b$	Parametry zależności masa - długość	0.00808; 3.1691
t_c	Wiek pierwszej łowności (yr)	3
a_l	Wiek pełnego uzupełnienia (yr)	6
a_{ln}	Średni wiek ryb w pełni uzupełnionych (yr)	7.2
l'	Długość pełnego uzupełnienia (lt , cm)	26.7
\bar{l}	Średnia długość ryb w pełni uzupełnionych (lt , cm)	29.8
l_{max}	Maksymalna obserwowana długość (lt , cm)	38.3
Z	Śmiertelność całkowita (yr^{-1})	0.62
M	Śmiertelność naturalna (yr^{-1})	0.30
F	Śmiertelność połowowa (yr^{-1})	0.32

Ryc. 4. Zależność wielkość odłowu i biomasy stada krapia od śmiertelności połowowej F . Aktualna wielkość F zaznaczona jako linia pionowa.Fig. 4. Curves of yield and biomass of white bream stock on fishing mortality F . Current F illustrated as a vertical line.

eksploatacji, nie przyniesie wyraźnego wzrostu wielkości połowów ale i nie spowoduje znaczącego obniżenia biomasy stada krapia, która ustabilizuje się na poziomie 90-110 ton ($36-44 \text{ kg ha}^{-1}$). Wyniki symulacji zmian wielkości biomasy w zależności od zmian wielkości nakładu połowowego są tego potwierdzeniem (ryc. 5). Odwrotna sytuacja miałaby miejsce gdyby nakład połowowy uległ redukcji. W sytuacji



Ryc. 5 Szacunki zmian wielkości biomasy stada krapia w okresie dziesięcioletnim w zależności od zmian nakładu połowowego (jako krotności F).

Fig. 5. Biomass estimates of white bream stock in ten years period depending on changes in fishing effort (as a multiplier of F)

zmniejszenia dotychczasowej wielkości nakładu połowowego o 50% wzrost biomasy będzie stosunkowo niewielki, do około 125 ton (50 kg ha^{-1}). Znaczne ograniczenie połowów, do 10% obecnego nakładu, lub ich całkowite zaprzestanie, spowoduje skokowy wzrost biomasy stada krapia, a następnie jego stabilizację po 7–8 latach, do poziomu 170–200 ton ($68\text{--}80 \text{ kg ha}^{-1}$).

5. Dyskusja

Badania ichtiologiczne prowadzone na Zbiorniku Zegrzyńskim w latach 1986–1989 zbiegły się z marginalnym znaczeniem krapia w połowach gospodarczych i jego słabą reprezentatywnością w połowach badawczych. Także udział krapia w zespole narybkowym pozostaje nieznanym, ponieważ z przyczyn praktycznych, narybek krapia nie był oddzielany od narybku leszcza (Grudniewski i Boroń 1990). W szacunkach zagęszczenia biomasy ichtiofauny Zbiornika Zegrzyńskiego ocenionej na 400 do 600 kg ha^{-1} dominowały zdecydowanie leszcz i płoć (Sych 1997). Zagęszczenie biomasy stada krapia, estymowane na podstawie średniej wielkości połowów z ostatnich lat, wynosi 43 kg ha^{-1} . Jest to wielkość minimalna, modelowa, aby ze stada krapia charakteryzującego się wyznaczonymi parametrami biologicznymi i eksploatacyjnymi, pozyskać odłowy rzędu 6.7 kg ha^{-1} . Pomijając kwestię specyfiki danych zebranych z połowów wontonowych czy precyzji wyznaczonych parametrów, wiarygodność obliczeń analizy kohort zależy od tego czy połowy są dominującym czynnikiem wpływającym na śmiertelność stada. Już na etapie projektowania gospodarki rybackiej na Zbiorniku Zegrzyńskim przewidywano, że połowy rybackie o dostatecznie dużej intensywności kształtować będą skład gatunkowy ichtiofauny i liczebność populacji ryb (Backiel 1961). Jednocześnie, wraz z wyborem rybackiego

użytkownika zbiornika, przyjęto, że gospodarka rybacka i połowy rybackie, traktowane jako selekcyjne, dostosowane zostaną do walorów sportowo-wypoczynkowych Zbiornika Zegrzyńskiego, czyli gospodarki wędkarskiej (Kaczyński i in 1965). W wyniku tego, w „dojrzałej” fazie istnienia zbiornika (po 1972 roku) połowy rybackie, prowadzone głównie wysoce selektywnymi wontonami, składają się w ponad 94% z leszcza, płoci i krąpia, a intensywność eksploatacji przy odłowach na jednostkę powierzchni od 12.4 do 27.6 kg ha⁻¹ i średniej 19.4 kg ha⁻¹ w latach 1980–2000 jest niska, na co wskazywano już wcześniej (Kaczyński 1968, 1974). Również wyniki badań symulacyjnych wykonane przez Nabiałka (1995) jednoznacznie wskazują na niską intensywność eksploatacji rybackiej. Same zatem połowy nie są wystarczające do określenia rzeczywistego zagęszczenia biomasy ryb w zbiorniku. Przykładowo, w ramach zabiegów mających zapobiec powtórnej eutrofizacji fińskiego jeziora Vesijärvi, z basenu Enonselkä, o powierzchni 26 km², zagęszczeniu biomasy szacowanym na 500 kg ha⁻¹ i rocznych odłowach rzędu 5 kg ha⁻¹, odłowiono w latach 1989–1993, w połowach trałowych 975 ton ryb, w tym 54% płoci i 25% stynki. *Osmerus eperlanus* (L.) Biomasa stada łownego płoci obniżyła się ze 180 do 50 kg ha⁻¹ (Horppila i Peltonen 1994). Uzyskanie pozytywnego efektu silnego obniżenia biomasy ryb możliwe było dzięki zastosowaniu intensywnych połowów mało selektywnym sprzętem ciągnionym. Przy systemie eksploatacji wontonami uzyskanie takiego efektu w warunkach Zbiornika Zegrzyńskiego nie jest możliwe, na co wskazują symulacje dotyczące leszcza (Nabiałek 1995) oraz przedstawione oszacowania populacji krąpia. Na przeszkodzie stoi nieprzygotowanie dna zbiornika obfitującego w podwodne przeszkody (Kaczyński 1972). Wyniki te wskazują jak poważnym i trudnym problemem jest szacowanie liczebności i biomasy ichtiofauny w antropogenicznych ekosystemach zbiorników zaporowych

Podziękowania

Zebrań materiałów ichtiologicznych na Zbiorniku Zegrzyńskim możliwe było dzięki finansowemu wsparciu Polskiego Związku Wędkarskiego, za co Autorzy wyrażają swe podziękowanie. Dziękujemy również Panu mgr inż. Pawłowi Burasowi z Zakładu Rybactwa Rzecznego IRS za pomoc w pracach terenowych. Program LFDA udostępnił pierwszemu autorowi (JS) Dr Graeme Parkes z Marine Resources Assessment Group, Imperial College, Londyn, Wielka Brytania.

Literatura

- Alverson D.L. i Carney M.J. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 36(2), 133–143.
- Backiel T. 1961. Outline of the anticipated production of fish in the Dębe Reservoir on the Bug and Narew Rivers. *Ekologia Polska*, 7(4), 257–266.
- Beverton R.J.H. i Holt S.J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-v. Reun. CIEM*, 140, 67–83.
- Dusoge K., Bownik-Dylńska I., Ejsmont-Karabin J., Spodniewska I. i Węgłńska T. 1985. Plankton and benthos of man-made Lake Zegrzyńskie. *Ekologia Polska*, 33(3), 455–479.
- Dusoge K., Lewandowski K. i Stańczykowska A. 1999. Benthos of various habitats in the Zegrzyński Reservoir (central Poland). *Acta Hydrobiol.*, 41, 103–116.
- Ehrhardt N.M. i Ault J.S. 1992. Analysis of two length-based mortality models applied to bounded catch length frequencies. *Transactions of the American Fisheries Society*, 121(1), 115–122.
- Gayanilo F.C.Jr. i Pauly D. (eds) 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools. (FISAT) Reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). FAO, Rome No. 8, 262 pp.
- Grudniewski C. i Boroń S. 1990. Stosunki ilościowe w zespole ryb małych rozmiarów w litoralu Zbiornika Zegrzyńskiego. W: Kajak Z. (ed.) *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja*. Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 96–108.

- Holden S. i Bravington M.V. 1992. Length Frequency Distribution Analysis. The LFDA Package User Manual Ver 3.10. MRAG, London, 68 pp.
- Horppila J. i Peltonen H. 1994. The fate of a roach *Rutilus rutilus* stock under an extremely strong fishing pressure and its predicted development after the cessation of mass removal. *Journal of Fish Biology*, 45, 777-786.
- Kaczyński Cz. 1968. Połowy wontonami leszczowymi w zbiornikach zaporowych. *Gospodarka Rybna*, 6, 16-17. 20
- Kaczyński Cz. 1972. Stosowanie przywłoki w Zalewie Zegrzyńskim. *Gospodarka Rybna*, 11, 6-8
- Kaczyński Cz. 1974. Analiza połowów ryb w Zalewie Zegrzyńskim różnymi rodzajami narzędzi. *Gospodarka Rybna*, 11, 16-17.
- Kaczyński Cz., Littak A. i Ludwiak J. 1965. Organizacja gospodarki rybackiej w Zalewie Zegrzyńskim. *Gospodarka Rybna*, 7, 16-17.
- Kajak Z. 1990. Ecology of lowland Zegrzyński reservoir near Warsaw. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 33, 841-850.
- Klimczyk-Janikowska M. 1974. Food and biometric characteristic of the silver bream (*Blicca bjoerkna* L.) from the reservoir at Goczalkowice. *Acta Hydrobiol.*, 16, 241-254.
- Kutuzov A.M. 1975. The effectiveness of spawning of white bream *Blicca bjoerkna* (L.) and roach *Rutilus rutilus* (L.) in the upper part of the Kuibyshev Reservoir. *Voprosy Ichtiologii*, 15(4), 752-756.
- Lleonart J. i Salat J. 1997. VIT: software for fishery analysis. User's manual FAO Fisheries Computerized Information Series (Fisheries). No 11 Rome, FAO 105pp
- Nabialek J. 1995. Przewidywanie przyrodniczych skutków zmian eksploatacji ryb przy zastosowaniu symulacyjnego modelu CMER - 94 na przykładzie leszcza ze Zbiornika Zegrzyńskiego. Warszawa, Wyd. PZW, 19 pp.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39(2), 175-192.
- Pope J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *ICNAF Res. Bull.*, 9, 65-74.
- Saila S.B., Recksiek C.W. i Prager M.H. 1988. Basic fishery science programs: a compendium of microcomputer programs and manual of operation. New York, Elsevier Science Publishing, 230 pp.
- Shepherd J.G. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. In: Pauly D. i Morgan G.R. (eds) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings 13. ICLARM, Manila and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, 113-119.
- Spivak E.H.G. 1987. Peculiarities of reproduction of the white bream *Blicca bjoerkna* (L.) in the bays of the Kachovsk Reservoir. *Voprosy Ichtiologii*, 27(1), 101-105.
- Sych R. 1997. Kilka rozważań nad zagęszczeniem ryb, przykłady ze zbiorników zaporowych. W: Backiel T. (ed.) *Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów*. Warszawa, Wyd. PZW, 53-66
- Tadajewska M. 1993. Food of bream, *Abramis brama* (L.), and white bream, *Blicca bjoerkna* (L.) in Zegrzyński Dam Reservoir. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 23(2), 77-101
- Terlecki J., Tadajewska M. i Szczyglińska M. 1990. Odżywianie się ryb gatunków cennych gospodarczo w Zbiorniku Zegrzyńskim oraz ich wewnątrz i międzygatunkowe zależności. W: Kajak Z. (ed.) *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja*. Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 126-162.
- Wajdowicz Z. 1964. The development of ichthyofauna in dam reservoirs with small variations in water level. *Acta Hydrobiol.*, 6, 61-79.
- Zadorozhnaya E.A. 1978. Seasonal and daily dynamic in the feeding of the white bream *Blicca bjoerkna* (L.) in the Mozhajsk Reservoir. *Voprosy Ichtiologii*, 18(5), 861-871.