

Jak i dlaczego badamy tempo wzrostu ryb? Aspekt praktyczny: Czy wymiar ochronny brzany *Barbus barbus* wyznaczono w Polsce prawidłowo?

Why and how we estimate the growth rate of fish? Practical aspect: Does the preservative size of barbel *Barbus barbus* is defined properly in Poland?

Mariusz Klich^{a,*}

^a Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, Polska

Article history:

Received 1 December 2017

Received in revised form

22 December 2017

Accepted 23 December 2017

Available online 27 December 2017

Streszczenie

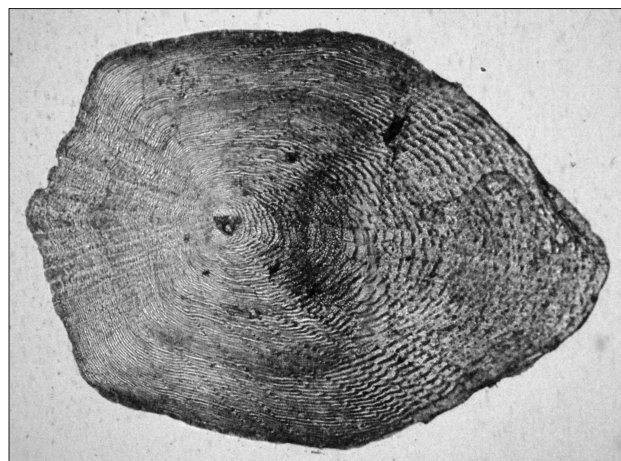
Na podstawie rybiej łuski możemy określić wiek ryby, a także tempo wzrostu osobnika od urodzenia aż do chwili złowienia. W pracy przedstawiono metody oznaczania tempa wzrostu ryb oraz przykład praktycznego ich zastosowania do ustalania wymiaru ochronnego ryb, na przykładzie ustalonego w Polsce wymiaru dla brzany. Porównano dostępne dane dotyczące tempa wzrostu brzany z polskich rzek na podstawie 12 badań terenowych wykonanych w latach 1948–2004. Tempo wzrostu brzany w różnych środowiskach jest zmienne. Wzrost brzan w dużym stopniu zależy od wielkości rzeki i termiki. Wyniki te porównano z wiekiem dojrzewania brzany. Wyznaczony wymiar ochronny dla brzany wynoszący 40 cm jest prawidłowy. Wszystkie populacje brzany mogą przystąpić do tarła co najmniej jeden raz, zanim osiągną wymiar ochronny. Większość populacji może przystąpić do tarła co najmniej dwa lub trzy razy.

Słowa kluczowe: Tempo wzrostu ryb, brzana, *Barbus barbus*, wymiar ochronny, metoda Einara Lea, odczyty wsteczne

Wstęp

Znajomość wieku i tempa wzrostu organizmów jest ważną informacją zarówno w biologii teoretycznej jak i naukach stosowanych (głównie rolniczych). W praktyce hodowlanej pozwala oszacować wielkość przyszłych plonów lub optymalny wiek uprawianych roślin lub hodowanych zwierząt, w którym należy dokonać zbioru plonów lub uboju zwierząt. Określenie wieku w wypadku niektórych organizmów jest dosyć trudne – wymaga wiedzy eksperckiej bądź skomplikowanych procedur badawczych. Przykładem organizmów, u których relatywnie łatwo określić wiek są drzewa. Wystarczy policzyć słoje na przekroju pnia, ich liczba odpowiada liczbie lat drzewa. W okresie wegetacji powstają na pniu przyrosty letnie, są szerokie i jasne. Okres, kiedy drzewo pozbawione jest liści i nie prowadzi fotosyntezy odznacza się jako ciemniejszy słoje (brak przyrostu). Dlatego licząc słoje na pniu drzewa, tak naprawdę liczymy ile zim przeżyło drzewo. Okazuje się, że rybie łuski wyglądają podobnie jak przekrój przez pień drzewa. Również mają struktury odpowiadające słojom, a zatem przyrosty letnie i zimowe (Rysunek

1). Oczywiście pierścienie przyrostów rocznych na łuskach ryb nie są tak wyraźne jak obserwowane na pniu drzewa. Wynika to z faktu, że życiu ryb towarzyszy szereg dynamicznych procesów i zdarzeń, które powodują, że ich wzrost w trakcie sezonu nie przebiega ze stałą prędkością. Występują okresy, w których ryby ograniczają żerowanie lub nie żerują (w trakcie tarła, podwyższonych stanów wód i ich zmętnienia, dolnych i górnych



Rysunek 1. Fotografia łuski czteroletniej brzany z widocznymi pierścieniami przyrostów rocznych (fot. M. Klich)

*Corresponding author: ekoryby1@wp.pl

zakresów tolerowanych temperatur itp.), bądź podlegają innym zdarzeniom hamującym wzrost. Dlatego obraz rybiej łuski jest nieco trudniejszy w interpretacji niż pień drzewa, jednak przy pewnej wprawie pozwala na bliskie bezbłędne wyznaczenie kształtu pierścieni przyrostów rocznych.

Na podstawie rybich łusek nie tylko możemy określić wiek ryby ale także tempo wzrostu osobnika od urodzenia aż do chwili złowienia. Już dawno zwrócono uwagę na znaczenie określania wieku w badaniach nad morfologią i systematyką ryb. Nie tylko cechy morfologiczne wykorzystywane w badaniach systematycznych winny być korelowane z wiekiem i tempem wzrostu ryb, ale również samo tempo wzrostu jest ważną cechą diagnostyczną. Tempo wzrostu jest w dużej mierze funkcją żyzności zbiornika, ale zależy też od wielu innych czynników. Ważną rolę odgrywa klimat (temperatura, długość okresu wegetacyjnego), zasobność pokarmowa (jakościowa i ilościowa), skład ichtiofauny, konkurencja, użytkowanie rybactwa itp. (Opuszyński 1979), a także możliwości migracji ryb i ilość kryjówek.

W niniejszej pracy przedstawione zostaną metody oznaczania tempa wzrostu ryb oraz przykład bardzo praktycznego ich zastosowania do ustalania tzw. wymiaru ochronnego ryb, na przykładzie ustalonego w Polsce wymiaru dla brzany. Przez pojęcie tempa wzrostu ryb rozumie się przyrost długości lub też masy ciała w określonym czasie, przeważnie w kolejnych latach życia. Znanych jest kilka metod badania, które stosuje się zależnie od istniejących możliwości oraz potrzeb. Wymiar ochronny ryby, to wymiar wyrażony całkowitą długością ciała ryby. Wędkarz lub rybak nie ma prawa zabrać z łowiska ryby krótszej niż wymiar ochronny.

Najbardziej znaną i szeroko stosowaną metodą badania tempa wzrostu ryb jest metoda odczytów wstecznych Einar'a Lea, z poprawką Rosy Lee. Najważniejszą zaletą metody jest to, iż materiał łuskowy do badań pobierany jest w sposób przyżywcowy. Po zmierzeniu, zważeniu i pobraniu łusek ryby wracają do swojego środowiska. W porównaniu do innych badań - te nie są bardzo kosztowne.

Inne stosowane dotychczas metody polegały głównie na określaniu wieku według budowy kości i kamyczków błędnikowych, co jednak wymaga uśmiercenia ryby, a materiał pozyskuje się stosunkowo trudno. Metoda Petersena polega na wykreśleniu krzywej rozkładu długości ryb z odłowionej próby. Krzywa ta teoretycznie powinna się załamywać pomiędzy poszczególnymi kohortami. Jednak pomimo swojej prostoty nie jest to metoda powszechnie stosowana, ponieważ skutek dużej zmienności osobniczej wzrostu ryb niejednokrotnie trudno odróżnić poszczególne grupy wiekowe. Nadaje się ona wyłącznie do ryb szybko rosnących i cechujących się małą zmiennością osobniczą tempa wzrostu.

Wobec powyższego metoda szacowania tempa wzrostu na podstawie łusek jest metodą najdokładniejszą, umożliwiającą pobór materiału z dużej liczby osobników. Metodą tą można ba-

dać nawet bardzo zagrożone populacje, ponieważ manipulacje na rybach ograniczone są do minimum. Metoda ta stosowana jest najczęściej, stąd łatwość porównywania uzyskanych wyników z pracami innych autorów.

Norweski uczoney Einar Lea już w 1910 r. zwrócił uwagę na związki pomiędzy zwiększaniem się długości ciała, a przyrostem długości promienia łuski. Zasada metody odczytów wstecznych polega na przyjęciu prostej zależności między długością ciała i długością łuski, co można wyrazić równaniem:

$$\frac{L_n}{L} = \frac{V_n}{V} \quad \text{lub} \quad L_n = \frac{V_n}{V} * L \quad (1)$$

gdzie:

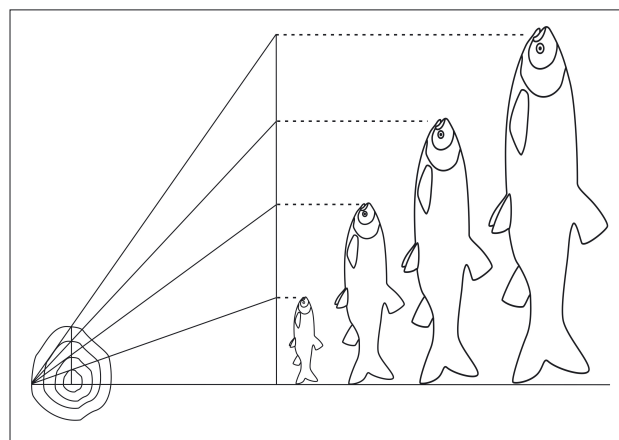
L_n - zrekonstruowana długość ciała ryby w n-tym roku życia,

V_n - długość promienia łuski w n-tym roku życia,

L - całkowita długość ciała ryby,

V - całkowita długość łuski.

Na rysunku 2 przedstawiono graficznie schemat ideowy metody odczytów wstecznych z łuski.



Rysunek 2. Graficzne przedstawienie metody odczytów wstecznych (za Opuszyńskim 1979, opracowanie własne, zmienione)

W 1920 r. angielska badaczka Rosa Lee stwierdziła niezgodność pomiędzy zrekonstruowanymi rozmiarami ryb, a bezpośrednimi pomiarami osobników tych samych grup wiekowych. Długości uzyskane na podstawie odczytów wstecznych były mniejsze, a różnice wzrastały wraz z wiekiem osobników używanych do badań. Lee doszła do wniosku, że niezgodność z rzeczywistą długością ryb, większa niż to wynika z obliczeń metodą odczytów wstecznych, jest spowodowana zawiązywaniem się łuski opóźnionym w stosunku do procesu fizycznego rozwoju ciała, a więc gdy ryba zdąży już osiągnąć pewną długość. W związku z tym zależność pomiędzy długością ciała, a długością łuski nie jest wprost proporcjonalna. Zmusza to do wprowadzenia poprawki, do wzoru opracowanego przez E. Lea. Przy zachowaniu użytych poprzednio symboli wzór ten przyjmuje wówczas postać:

$$L_n = \frac{V_n}{V} * (L - a) + a \quad (2)$$

gdzie:

a - długość ciała, przy której zawiązuje się łuska (tzw. poprawka R. Lee).

Czy wymiar ochronny brzany został w Polsce prawidłowo wyznaczony?

Gospodarcza eksploatacja populacji ryb zarówno w morzach jak i wodach słodkich prowadzona musi być w taki sposób, aby ich zasoby mogły się naturalnie odradzać. Warunkiem koniecznym naturalnego odradzania, jest gospodarowanie łowiskami w taki sposób, aby ryby odbywały tarło z sukcesem polegającym na uzupełnianiu narybkiem strat w populacji wynikających z odłowów. By ten cel osiągnąć zazwyczaj stosuje się dwa zabiegi formalno-prawne: ustala się okresy ochronne w których odbywa się tarło i połowy są zabronione oraz ustala się wymiary ochronne, poniżej których ryb nie wolno poławiać. Wymiar ochronny, aby miał sens i spełniał swoją rolę, musi być tak wyznaczony aby ryba mogła odbyć przynajmniej raz w życiu tarło. Dlatego do prawidłowego wyznaczenia wymiaru ochronnego niezbędna jest wiedza w jakim wieku ryba osiąga dojrzałość płciową oraz jakie osiąga w tym wieku rozmiar. Niezbędna jest zatem znajomość wieku i tempa wzrostu ryb.

W niniejszej pracy przeprowadzono prostą analizę mającą na celu odpowiedzieć czy ustanowiony w Polsce wymiar ochronny dla brzany wynoszący 40 cm (Dz.U. 2001 nr 138 poz. 1559), jest wystarczający. W tym celu zestawiono wyniki literaturowe dotyczące tempa wzrostu reprezentatywnych populacji brzany z rzek polskich o różnych warunkach środowiskowych. Wyniki te porównano z danymi na temat wieku, w którym brzana osiąga dojrzałość płciową.

Brzana jest rybą osiągającą duże rozmiary (rysunek 3). Najstarsze złowione w Polsce brzany zdaniem Brylińskiej miały 13 lat, średnio ponad 50 cm długości ciała i 1,8 kg masy. Wędkarski rekord Polski w połowie tego gatunku na wędkę wynosi 7,00 kg przy 85 cm długości całkowitej i został ustanowiony w 2000 roku (PZW 2017). Wymiar ochronny dla brzany wynosi 40 cm, okres ochronny od dnia 1 stycznia do 30 czerwca (Dz. U. Nr 138 poz. 1559).

Brzany zasiedlają środkowe biegi dużych i szybko płynących rzek o dnie kamienistym, żwirowatym lub piaszczysto – kamienistym. Zwykle przebywają w nurcie rzeki i głębszej wodzie. Występują w niemal całej Europie (za wyjątkiem Irlandii, Szkocji i Skandynawii), północnych rejonach Afryki, rzekach wpadających do Morza Kaspijskiego i Aralskiego, zlewni Jordanu i w Iranie. W Polsce gatunek ten zasiedla Wisłę i jej dopływy od górnego aż do dolnego biegu oraz Odrę i jej dopływy do jej biegu środkowego (Brylińska 2000). Najliczniej występuje w pod-

górkich prawobrzeżnych dopływach Wisły w województwie małopolskim i podkarpackim: w Sole, Rabie, Dunajcu i Białej Tarnowskiej, Popradzie, Wisłoce, Sanie i Wisłoku (Klich dane niepublikowane). Starmach (1956) na podstawie spadku, prędkości przepływu wody i szerokości koryta podzielił rzeki na kilka krain rybnych. Jedną z nich jest kraina brzany, która od góry graniczy z krainą lipienia, a od dołu z krainą leszcza. Szerokość koryta rzeki w krainie brzany wynosi od jednego metra przy spadku 2–4‰ do 300 metrów przy spadku 0,5‰. Poza brzaną w takich odcinkach rzek i potoków licznie występują: świnki, klenie, bolenie, kielbie i inne gatunki prądotłubne.

Pod względem wymagań tlenowych brzana należy do grupy ryb dobrze znoszących średnią zawartość tlenu w wodzie, to znaczy wynoszącą 5–6 mg O₂/l. Brzana należy do grupy ryb stenohalinowych, które nie znoszą dużych wahań zasolenia wody. Giną zwykle po kilku dniach przebywania w wodzie o zasoleniu 4‰ (Brylińska 2000). Głównym pokarmem brzany są bezkręgowce wchodzące w skład fauny dennej.

Brzana należy do gatunków najwyższego ryzyka. Jest gatunkiem „narażonym na zagrożenie” (VU – vulnerable). Oznacza to, że nie jest zagrożona w dużym stopniu, lecz objęta jest wysokim ryzykiem wyginięcia w „średnio” odległej przyszłości (Witkowski i in. 2009). Brzana podlega w Polsce presji połowowej głównie polegającej na amatorskim połowie ryb na wędkę.



Rysunek 3. Brzana (*Barbus barbus*) w trakcie pomiarów biometrycznych, złowiona przez autora w rzece San w roku 2012

Paradoksalnie, tempo wzrostu brzany w Polsce nie było badane zbyt często. Poniżej, w tabeli 1, zestawiono dane dotyczące tempa wzrostu brzany w polskich rzekach, które udało się odnaleźć autorowi niniejszej publikacji. Większość publikacji to prace z okresu 1948–1979, pozostałe dane należą do autora i zostały opracowane po roku 2000. Wynikać to może między innymi z faktu, że trudno pozyskać do badań reprezentatywny materiał i badania te są dosyć pracochłonne. A że mamy tu do czynienia z dosyć klasycznymi badaniami, niewielu badaczy podejmuje się ich. Tym bardziej lukę w wiedzy na temat wzrostu brzan w Polsce powinno się uzupełnić.

Co istotne, w tabeli 1 podano długość ciała brzan. Jest to pomiar od początku pyska do nasady płetwy ogonowej, a zatem nie bierze się tu pod uwagę długości płetwy ogonowej (LC – *Longitudo caudalis*). Wymiar ochronny ryb ustalany jest od nasady pyska ryby do skrajnego końcowego promienia płetwy ogonowej, co w ichtiologii określane jest jako długość całkowita (LT- *Longitudo totalis*). Dlatego w rozważaniach nad wymiarem ochronnym brzany należy ten fakt uwzględnić.

Dane cytowanych autorów świadczą o dość dużej zmienności tempa wzrostu brzany w różnych środowiskach. Zdecydowa-

nie najszybsze tempo wzrostu osiąga brzana w rzekach dużych (Wisła i San). Najniższe tempo wzrostu brzan zaobserwowano w rzece Białej Tarnowskiej i dorzeczu górnego i środkowego Sanu (tabela 1). Wydaje się zatem, że wzrost brzan w dużym stopniu zależy od wielkości rzeki i termiki.

Dojrzewanie ryb koreluje z ich wiekiem, ale po części również z ich rozmiarem, który jest efektem złych bądź dobrych warunków do wzrostu. Dane o wieku w jakim brzana osiąga dojrzałość płciową zebrała A. Boroń (2000). Dojrzałość płciową samce brzany zwykle osiągają w 2. lub 3. roku życia, samice

Tabela 1. Średnie długości ciała (LC, cm) brzany (*Barbus barbus*) według różnych autorów

Rzeka	Autor opracowania	Grupa wieku												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Wisła środkowy bieg	Starmach 1948	9,8	14,2	18,3	21,6	25	28,3	31,5	34,5	37,8	41,5	44	49,5	51,5
Środkowy bieg rzeki Wisły k. Warszawy	Zawisza 1951	8,9	14	18	21,5	25,5	29	32,2	35,6	38,8	42,7	45,2	47,6	51,5
Wisła pod Włocławkiem	Kopiejewska 1979	7	15,5	23,2	29,5	33,1	36,7	40,5						
Wełna	Iwaszkiewicz 1963	14	21,4	27,6	35,2	40,2	46,7	52,1	54,9	65				
Dorzecze Sanu (górnym i środkowym)	Rolik 1971	7,2	11,5	15,8	19,5	22,3	26,9	33,2	36,8	38,5				
Dunajec dolny odcinek	Jelonek i in. 2003	7,3	11,4	19,6	22,4	25,1	28,6	33,6	35,5	40,6	43,8	47	50,8	
Wisła górny bieg	Klich 2004	7,6	12,2	17,9	23,7	29,7	34,8	39,3	43,5					
Biała Tarnowska	Klich i in. 2003	6,5	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	27,9	31,1	34,1	36,8	38,9		
Raba	Klich – materiały niepublikowane odłowy w roku 2002	6,6	11,7	21,6	26,3	30,6	35,1	38,9	42,3	46,5	49,6			
San (dolny)	Klich – materiały niepublikowane odłowy w roku 2004	7,5	14,4	21,6	28,3	34,1	39,0	43,5	46,6	49,4	52,6			
Wisłok	Klich – materiały niepublikowane odłowy w roku 2004	6,6	12,7	18,8	24,8	30,4	35,3	40,4	45,0	50,7	53,7			
Wisłoka	Klich – materiały niepublikowane odłowy w roku 2004	6,6	12,5	18,2	23,4	28,4	32,5	37,8	39,3	43,6				

niedco później, bo w 4. i 5. roku. Niestety dostępne dane na temat tempa wzrostu brzan (tabela 1) publikowano dla gatunku, bez rozdziału na płeć.

Zakładając nawet nieco pesymistyczny wariant przeciętnego dojrzewania brzany w wieku lat czterech, stwierdzić możemy, że długość ciała brzan w tym wieku waha się od 17,5 cm (Biała Tarnowska) do 35,2 cm (Wielna). Zatem we wszystkich spośród analizowanych 12 rzek jest to długość niższa od wymiaru ochronnego. Pozwala to stwierdzić, że wszystkie populacje brzany są w stanie przynajmniej jeden raz odbyć tarło, zanim w świetle obowiązującego w Polsce wymiaru ochronnego mogą stać się przedmiotem połowu. Analizując rozmiar brzan w wieku 6. lat, stwierdzono, że większość populacji zanim osiągnie wymiar ochronny może przystąpić do tarła co najmniej 2 lub 3 razy (tabela 1). Brzana chroniona jest nie tylko wymiarem ochronnym, ale również okresem ochronnym, który ustalono na okres od 1 stycznia do 30 czerwca każdego roku. Należy również mieć na uwadze fakt, że presja wędkarska jakiej podlega brzana nie jest wielka i nie powoduje, że w roku osiągnięcia wymiaru ochronnego wszystkie osobniki są wyławiane i zabierane z łowiska. Większość z nich dożywa dłuższego wieku i osiąga większe rozmiary z powodzeniem odbywając kolejne tarła.

Podsumowanie

Reasumując, wymiar ochronny dla brzany w Polsce wyznaczony jest prawidłowo. Zapewnia właściwą gatunkowi ochronę przed nadmierną eksploatacją. Przedstawiona w niniejszej pracy propozycja oceny prawidłowości wyznaczania wymiarów ochronnych dla ryb jest przykładem praktycznego zastosowania wiedzy dotyczącej wieku i tempa wzrostu.

Literatura

1. A. Boroń, 2000. Brzana *Barbus barbus*, W: Brylińska M. (red.) Ryby słodkowodne Polski. PWN, Warszawa 2000, 186–191.
2. M. Brylińska. Ryby słodkowodne Polski. 2000, PWN, Warszawa 521s.
3. M. Iwaszkiewicz. *Rocz. WSR Poznań*, 1963, **17**, 144–150.
4. M. Jelonek, P. Epler, M. Klich, F. Kądziołka, *Rocz. Nauk. Zoot.*, Supl., 2003, **17/2**, 647–650.
5. M. Klich, M. Jelonek, P. Piątek, *Suppl. ad Acta Hydrobiol.*, 2003, **6**, 3–9.
6. M. Klich, 2004. Tempo wzrostu i struktura wiekowa wybranych gatunków ryb w Górnej Wiśle. Growth rate and age structure of chosen fish species in the Upper Vistula River. W: Żurek R. (red.). *Ichtiofauna i status ekologiczny wód Wiśły, Raby, Dunajca i Wisłoki*, IOP/ZBE, Kraków: pp 208, ISBN 83–918, 914–2–9, 109–134.
7. W. Kopiejewska, *Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Ochr. Wód i Ryb. Śródl.*, 1979, **10**, 227–236.
8. K. Opuszyński, *Biologia ryb*, Warszawa, 1979, PWRiL, 288–318.
9. PZW – oficjalna witryna Polskiego Związku Wędkarskiego: www.pzw.org.pl (dostęp 02.02.2017r).
10. H. Rolik, *Fragm. Faun.*, 1971, **17**, 559–584.
11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 r. w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie. Dz.U. 2001 nr 138 poz. 1559.
12. K. Starmach, *Prz. Rol.–Leś., PAU*, 1948, **39**, 1–42.
13. K. Starmach, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 1956, **3**, 307–332.
14. A. Witkowski, J. Kotusz, M. Przybylski i in., *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 2009, **65**(1), 33–52.
15. J. Zawisza, *Rocz. Nauk. Rol.* 1951, **57**, 237–271.

Article history:

Received 1 December 2017

Received in revised form

22 December 2017

Accepted 23 December 2017

Available online 27 December 2017

Abstract

Based on fish scales, we can determine the age of fish, as well as the rate of growth of the individual from birth until the time of capture. The paper presents a method for determining the rate of growth of fish and the example of their practical application to determine the protective size limit of fish, on the example of barbel in Poland. The available data on the growth rate of barbel in Polish rivers, based on 12 field surveys carried out in 1948–2004 was compared. The growth rate of barbel in different habitats is variable. Barbel growth depends on the size of the river and thermal conditions. The results were compared with maturation age of barbel. Protective size limit defined for barbel, which is 40 cm, is correct. All populations of barbel can reproduce at least once before they reach the preservative size. Most of the populations may reproduce at least two or three times.

Key words: Growth rate of fish, barbel, *Barbus barbus*, protective size, Einar Lea method, back-calculation method