

Leszek Augustyn<sup>1</sup>, Michał Nowak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Nowym Sączu

<sup>2</sup>Katedra Ichtiobiologii i Rybactwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## Stan populacji lipienia europejskiego *Thymallus thymallus* (L.) w dorzeczu Dunajca w świetle wyników rejestracji połowów wędkarskich

### Wstęp

Lipień europejski, *Thymallus thymallus* (L.) jest bardzo ważnym gatunkiem w rybactwie rekreacyjnym, którego liczebność na łowiskach decyduje o ich atrakcyjności, szczególnie w przypadku wędkarstwa muchowego. Jako gatunek pochodzi prawdopodobnie z okresu pliocenu (Froufeva i in. 2005), choć jego zasadnicza ekspansja terytorialna w Europie związana jest z obecnością lodowcowych refugium, powstałych podczas transgresji i regresji lądolodu plejstoceńskiego (Koskinen i in. 2000, Gum i in. 2005). Dla europejskich lipieni uznany jest jeden takson (Kottelat 1997), jednak różne populacje reprezentują różne filogenetyczne rodowody (Weiss i in. 2002). Współczesne badania genetyczne wykazują co najmniej cztery główne linie rozwojowe mtDNA europejskich populacji lipieni (Koskinen i in. 2001, Duftner i in. 2005, Gum i in. 2009). Podstawowy kierunek kolonizacji Europy odbył się przez Dunaj do Łaby, które to zlewnie w początkach plejstocenu (1,8 mln lat temu) funkcjonowały okresowo jako systemy połączone. Ok. 10 tys. lat temu populacja z Łaby oddzieliła się, co związane było z ustąpieniem lądolodu skandynawskiego. Na południe od ostoi Dunaju w rzekach zlewni Adriatyku wyodrębniła się odmienna populacja (Sušnik i in. 1999). Natomiast na północ od linii Dunaju wyróżniono dwie kolejne populacje: północną obejmującą Finlandię, Estonię i północno-zachodnią Rosję oraz centralną związaną z kolonizacją odbywającą się z systemu Łaby, a obejmującą Niemcy, Polskę i zachodnią Skandynawię (Koskinen 2002a). W opanowaniu przez lipienia systemu Wisły przysłużył się etap rozwoju Morza Bałtyckiego zwany Jeziorem Ancylusowym (Koskinen i in. 2000).

Duża powierzchnia zasiedlona przez lipienia europejskiego teoretycznie winna zapobiegać wygaśnięciu jego populacji. Jakkolwiek morfometryczne i genetyczne badania wykazują, że obszar zasiedlony przez lipienia europejskiego stanowi szereg izolowanych nisz, z których wiele jest silnie zagrożonych (Persant 1996). Jako główne czynniki zagrożeń wymieniane są: regulacje przepływu wody, fragmentacja koryt, zanieczyszczenia, niszczenie siedlisk, nadmierna presja ze strony drapieżników i wędkarskiej

eksploatacji (Koskinen i in. 2002b, Gum i in. 2006, Meldgaard i in. 2003, Sušnik i in. 2004, Duftner i in. 2005).

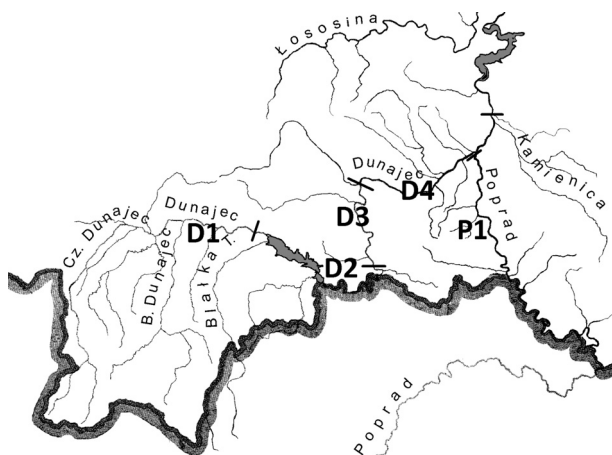
Celem podjętych badań jest ocena aktualnego stanu populacji lipienia w rzekach Dunajec i Poprad.

### Teren badań

Rzeka Dunajec jest drugim co do wielkości karpackim dopływem Wisły. Wyptywa z Tatr, przepływa przez Kotlinę Orawsko-Nowotarską, przełomami przecina Pieniny i Beskidy, po czym wpływa do Kotliny Sądeckiej, gdzie przyjmuje największy dopływ – Poprad. Dalej płynie wąską doliną przez Pogórze Rożnowskie, dokąd wpada największy lewobrzeżny dopływ – Łososina. Przecina Pogórze Wiśnickie i wpływa do Kotliny Sandomierskiej, gdzie wpada ostatni duży dopływ – Biała Tarnowska. Rzeka Dunajec o długości 247 km zbiera wody ze zlewni o powierzchni 6804 km<sup>2</sup> (w Polsce 4852 km<sup>2</sup>). Średni roczny przepływ w Nowym Targu wynosi 14,3 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> i wzrasta do 84,3 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> przy ujściu.

Lipienie w Dunajcu zasiedlają 5 obwodów rybackich (rys. 1):

- Obwód rybacki Dunajec nr 1 (D1) – obejmuje Czarany i Biały Dunajec, a od ich złącza rzekę Dunajec do cofki Zbiornika Czorsztyńskiego.



Rys. 1. Granice obwodów rybackich zasiedlonych przez lipienie

- Obwód rybacki Dunajec nr 2 (D2) – obejmuje rzekę Dunajec w jej odcinku przecinającym masyw pieniński. Z analiz wyłączone zbiorniki zaporowe w Czorszynie – Niedzicy i Sromowcach Wyżnych, nie będących siedliskami lipienia.
- Obwód rybacki Dunajec nr 3 (D3) – obejmuje przełomowy odcinek Dunajca przez Beskid Sądecki. Po 2007 r. z analiz wyłączone Łowisko Specjalne „Dunajec”. W tym okresie stan lipienia oceniono na podstawie organizowanych tam zawodów wędkarskich.
- Obwód rybacki Dunajec nr 4 (D4) – obejmujący Dunajec w Kotlinie Sądeckiej.
- Obwód rybacki Poprad nr 1 (P1) – obejmujący rzekę Poprad w granicach państwa.

## Materiał i metody

Ocenę stanu lipienia europejskiego w ichtiofaunie Dunajca oparto na analizie indywidualnych rejestrów połowów wędkarskich, zwróconych przez wędkarzy w latach 1999-2012. Wędkarz przed rozpoczęciem wędkowania miał obowiązek wpisać do rejestru datę, nazwę rzeki i nazwę najbliższej miejscowości. Każda złowiona, przeznaczona do zabrania ryba musiała być bezzwłocznie odnotowana w rejestrze połowów. Gromadzenie tych danych oddzielnie dla każdego rewiru umożliwia obliczanie średnich długości i mas jednostkowych ryb. Szacowanie całkowitej liczby odłowionych ryb dokonano metodą interpolacji średnich wyników (Pollock i in. 1994, Hoening i in. 1997). W tym celu z rejestrów zebranych z kół wędkarskich i okręgów, dla każdego rewiru obliczono średnie miesięczne tempo odłowu ryb –  $R_m$ , (Lockwood i in. 1997, Dauk i Schwarz 2001), a następnie połowy z każdego koła i okręgu dla każdego rewiru oddzielnie –  $R_k$ . Sumę tych szacunków przyjęto jako całkowity połów ryb w rewirze –  $R_R$ :

$$R_m = \left( \sum_{i=1}^{km} C_{mi} \right) \times \left( \sum_{i=1}^{km} p_{mi} \right)^{-1};$$

$$R_m = \left[ \left( \sum_{i=1}^{km} C_{mi} \right) \times (km)^{-1} \right] \times \left[ \left( \sum_{i=1}^{km} p_{mi} \right) \times (km)^{-1} \right]^{-1}$$

$R_m$  – średni połów statystycznego wędkarza w miesiącu (m),

$C_{mi}$  – liczba ryb złowionych przez statystycznego wędkarza w miesiącu (m),

$p_{mi}$  – presja (liczba osobodni) statystycznego wędkarza w miesiącu (m),

$km$  – liczba wędkarzy (k) łowiących w miesiącu (m),

$$R_k = \gamma_k \sum_{m=2}^8 R_m$$

gdzie:

$R_k$  – liczba ryb złowionych przez wędkarzy z koła (k),

$\gamma_k$  – liczba wędkarzy w kole (k).

$m$  – 2-8 – sezon połowu (inny dla każdego analizowanego gatunku)

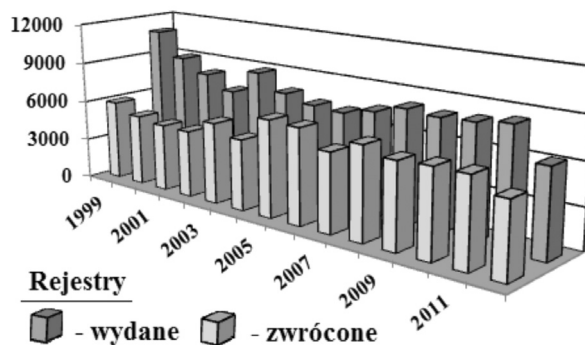
$$R_R = \sum_{k=1}^N R_k$$

gdzie:

$R_R$  – całkowity połów w rewirze (R).

$N$  – liczba kół, z których wędkarze złowili ryby w rewirze R.

Wyliczeń tych dokonano na podstawie analizy 82486 rejestrów połowu zwróconych z lat 1999-2012 (rys. 2). Zwroty rejestrów stanowiły średnio 72,9% (w zakresie od 54,4% w 1999 r. do 97,1% w 2005).



Rys. 2. Wydane i zwrócone rejestry połowów wędkarskich w latach 1999-2012

Do oceny stanu populacji lipienia w obrębie Łowiska Specjalnego „Dunajec”, gdzie nie jest prowadzona rejestracja połowów, wykorzystano karty startowe z organizowanych na jego obszarze Ogólnopolskich Zawodów Wędkarskich o Puchar Dunajca im. prof. B. Romaniszyna.

Zależność połowów od wędkarskiej presji zbadano metodą funkcji regresji liniowych. Przeprowadzono weryfikacje poziomu istotności wyliczonych modeli statystycznych.

## Wyniki

W okresie prowadzenia rejestracji połowów wędkarskich w analizowanych 5 obwodach rybackich Dunajca wykonano 574180 połowów dziennych. Najwięcej na P1 (165144), D1 (116960) i D3 (108563). W przeliczeniu na 1 ha użytkowanych wód, najbardziej obłożony obecnie jest D3, szczególnie po 2008 r., gdy na połowie obwodu utworzono Łowisko Specjalne „Dunajec” (105,2-192,2 p ha<sup>-1</sup>) – (tab. 1). Presja wędkarska w poszczególnych latach była zróżnicowana (rys. 3). W 2003 r. presja na D3 zmniejszyła się z 11357 połowów dziennych (91,6 p ha<sup>-1</sup>) w 2002 r. do 3675 (29,6 p ha<sup>-1</sup>), co stanowiło spadek aż o 67,6%. W następnym roku doszło do przekierowania presji wędkarskiej na D1, gdzie połowy z 3904 (53,6 p ha<sup>-1</sup>) wzrosły do 10692 (146,7 p ha<sup>-1</sup>). Kolejne większe zmiany zaszły w 2008 r., gdy na D3 ze względu na otwarcie łowiska specjalnego doszło do wzrostu presji o 184,2%, z 6883 połowów (55,5 p ha<sup>-1</sup>) do 19563 (101,3 p ha<sup>-1</sup>) (tab. 1).

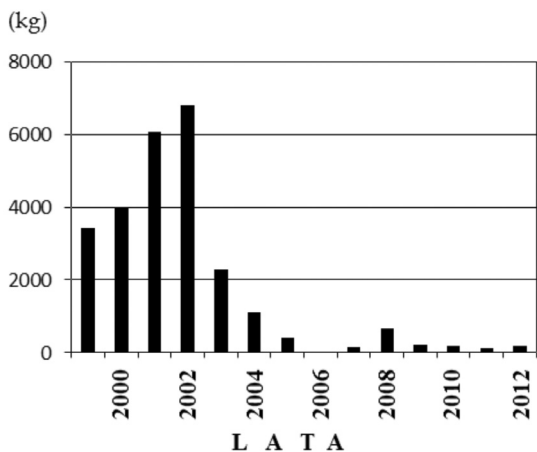
TABELA 1

Presja wędkarska (połowy dzienne) ogółem i w przeliczeniu na 1ha w latach 1999-2012 w analizowanych obwodach rybackich (bez zbiorników zaporowych)

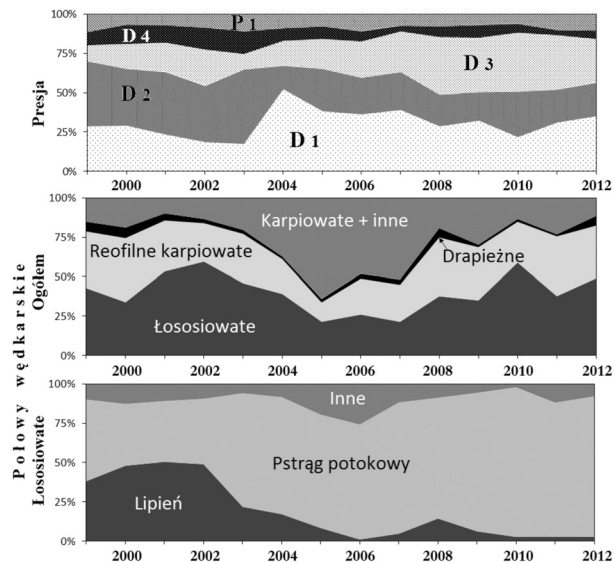
Rok	D1		D2		D3		D4		P1	
	presja	p/1 ha	presja	p/1 ha	presja	p/1 ha	presja	p/1 ha	presja	p/1 ha
1999	8468	116,2	10072	163,5	5178	41,8	7193	32,3	16935	45,6
2000	7958	109,2	8067	131,0	7205	58,1	10033	45,0	9103	24,5
2001	7118	97,6	9799	159,1	9290	74,9	10026	45,0	10683	28,8
2002	5614	77,0	8765	142,3	11357	91,6	12356	55,4	12836	34,6
2003	3904	53,6	8657	141,0	3675	29,6	9815	44,0	12018	32,4
2004	10692	146,7	2491	40,4	5489	44,3	4795	21,5	9312	25,1
2005	7895	108,3	4529	73,5	6610	53,3	4921	22,1	8172	22,0
2006	6423	88,1	3362	54,6	6883	55,5	3364	15,1	9589	25,8
2007	11398	156,4	5747	93,3	12563	101,3	3325	15,0	10692	28,8
2008	9517	130,5	5401	87,7	8672	163,6	6550	29,4	12919	34,8
2009	10648	146,1	4843	78,6	8197	154,7	7834	35,1	11202	30,2
2010	8366	114,8	8919	144,8	10188	192,2	6152	27,6	11653	31,4
2011	9176	125,9	5015	81,4	7282	137,4	2628	11,8	15119	40,8
2012	9783	134,2	4996	81,1	5574	105,2	4258	19,1	14911	40,2

W okresie 1999-2012 w analizowanych obwodach rybackich Dunajca, bez uwzględniania użytkowanych zbiorników zaporowych, złowiono 241263,1 kg ryb. Najwięcej 81794,5 kg ryb złowiono w D2 obejmującym cofkę Zbiornika Czorsztyńskiego oraz P1 (53159 kg) i D1 (51155 kg). Znacznie mniej ryb złowiono w D3 (24167,9 kg) i D4 (30985,5 kg) (tab. 2). W przeliczeniu na jednostkę powierzchni najwięcej ryb 160,0 kg ha<sup>-1</sup> złowiono w D1 oraz D2 w 1999 r. (100,8 kg ha<sup>-1</sup>) i 2007 r. (108,4 kg ha<sup>-1</sup>). W 2000 r. o wyniku w D1, zdecydowały połowy karpiołatych ryb reofilnych 4700,7 kg i karpiołatych migrujących ze zbiornika 3584 kg oraz łososiowatych 2501,9 kg. W 2007 r. o wynikach połowów zdecydowały wyłącznie gatunki karpiołatych migrujących ze Zbiornika Czorsztyńskiego, stanowiące 83,0% połowu (7207 kg).

W analizowanym okresie w wodach dorzecza Dunajca złowiono i zabrano 74014 lipieni o łącznej masie 25594,7 kg. W początkowym okresie rejestracji połowy gwałtownie wzrastały, osiągając w 2002 r. liczbę 20796 lipieni o łącznej



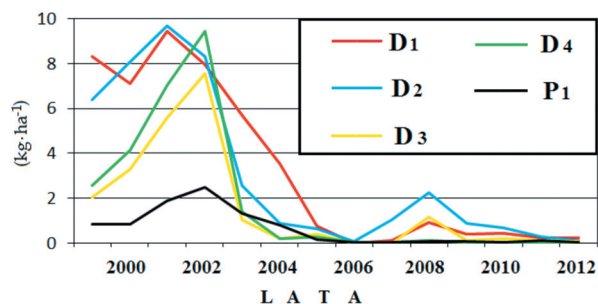
Rys.4. Połowy lipieni w dorzeczu Dunajca w latach 1999-2012



Rys. 3. Struktura presji wędkarskiej oraz połowów ryb w latach 1999-2012.

masie 6810,2 kg (rys. 4). Załamanie przyszło gwałtownie. W 2003 r. złowiono już tylko 7134 lipieni o masie 2295 kg. W ciągu jednego roku połowy lipieni spadły o 66,3%, a w kolejnym 2004 r. o następne 52%, osiągając poziom 3061 ryb o masie 1100,3 kg. Przez następne trzy lata wprowadzono zakaz zabierania złowionych lipieni, ale mimo to część wędkarzy nie przestrzegala zakazu wpisując złowione lipieni do rejestru połowów. Z regulaminu rejestracji połowów wynika, że wędkarz każdą rybę, którą zamierza zabrać musi niezwłocznie wpisać do rejestru połowu, a więc należy przyjąć, że ryby te zostały zabrane z łowiska. Od 2008 r. złowione lipieni ponownie mogą być zabierane z łowiska, choć w ograniczonej skali (nie więcej niż jeden dziennie). Anulowanie zakazu spowodowało tylko krótkotrwały wzrost połowów (2008 r. – 665 kg), po czym w kolejnych latach (2009-2011) połowy ponownie zaczęły spadać (odpowiednio: 211 kg, 198 kg, 137 kg). Połowy lipieni spadły gwałtownie na D2 w Pieninach, D3 w Beskidach i D4 w Kotlinie Sądeckiej. Nieco wolniej proces ten przebiegał w D1 na Podhalu i P1 w Popradzie (rys. 5).

Zmiany presji wędkarskiej nie przekładają się tak bezpośrednio na połowy ryb, jak można by się było spodzie-



Rys. 5. Połowy lipieni w poszczególnych obwodach.

TABELA 2

Połowy wędkarskie ryb (kg) w analizowanych obwodach w latach 1999-2012 (bez zbiorników zaporowych)

Obwód	Gatunek rodzaj	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dunajec nr 1	Lipień	1477,4	1263,0	1679,0	1416,4	1017,5	625,6	134,7	0,0	21,8	162,2	71,0	76,9	39,0	41,7
	Pstrąg potokowy	1261,7	967,2	1684,0	1411,3	1641,7	1596,6	924,7	817,3	933,4	1242,2	880,0	2109,6	938,2	515,4
	Razem łososiowate	2826,3	2501,9	3512,4	2964,6	2753,4	2257,3	1317,2	931,7	1048,9	1474,6	988,3	2197,6	991,8	603,6
	Karpiołate reofilne	1612,1	4700,7	717,0	527,0	690,9	536,5	337,5	256,9	367,2	364,2	208,0	274,9	62,2	100,5
	Drapieżne	626,5	878,1	129,1	99,0	112,5	65,4	222,7	213,0	420,9	171,5	3,4	33,5	4,6	17,7
	Karpiołate + inne	430,6	3584,3	670,5	977,0	2431,0	1609,0	259,0	268,5	268,9	104,5	0,0	136,0	128,7	164,6
	Razem:	5495,5	11665,0	5029,0	4567,6	5987,8	4468,2	2136,4	1670,1	2105,9	2114,8	1199,7	2642,0	1187,3	886,4
Dunajec nr 2	Lipień	671,4	847,2	1018,2	873,7	271,6	92,5	67,2	7,2	108,9	234,1	91,9	71,3	26,7	14,0
	Pstrąg potokowy	960,1	699,1	661,9	878,9	540,4	377,6	352,2	196,4	195,8	547,8	326,0	795,6	699,7	310,2
	Razem łososiowate	1793,0	1699,6	2012,9	1873,9	918,1	670,3	599,0	337,8	450,2	898,4	486,6	943,4	946,2	382,0
	Karpiołate reofilne	1331,2	1217,1	1928,2	663,5	912,6	698,2	622,0	830,0	700,5	1232,2	1119,2	614,7	1024,9	190,2
	Drapieżne	88,5	244,1	320,5	88,9	165,9	58,6	88,4	22,0	14,8	202,9	76,6	35,1	34,6	285,2
	Karpiołate + inne	1365,4	449,9	546,7	1000,9	463,4	4148,6	3011,0	4144,7	7207,0	2097,9	2519,0	1032,2	2657,0	391,2
	Razem:	6209,6	5157,0	6488,4	5379,8	3272,0	6045,8	4739,8	5538,1	8677,2	5213,3	4619,3	3492,3	5389,1	1572,8
Dunajec nr 3	Lipień	392,6	630,8	1068,6	1441,3	197,1	37,0	77,1	0,0	2,1	222,1	19,5	39,2	18,7	12,7
	Pstrąg potokowy	682,0	441,4	755,2	750,7	744,7	884,6	1185,0	430,9	979,7	853,8	733,3	1028,0	1209,6	624,6
	Razem łososiowate	1241,2	1178,5	2059,2	2372,7	1004,6	1013,5	1419,4	639,9	1015,0	1127,1	772,9	1079,7	1339,6	649,3
	Karpiołate reofilne	824,7	703,3	588,3	676,2	483,3	333,4	504,7	279,0	510,3	241,4	298,8	199,2	390,5	222,0
	Drapieżne	104,4	127,8	46,9	27,7	6,3	13,1	16,9	0,0	4,3	11,2	6,3	1,9	14,7	0,0
	Karpiołate + inne	65,5	74,9	81,7	141	103,1	78,8	6,8	30,2	15,4	15,9	4,7	0	0,7	0,0
	Razem:	2235,8	2084,5	2776,1	3217,6	1597,3	1438,8	1947,8	949,1	1545,0	1395,6	1082,7	1280,8	1745,5	871,3
Dunajec nr 4	Lipień	583,3	939,3	1598,8	2153,5	320,7	48,0	59,6	10,1	4,3	25,3	4,9	1,2	7,7	3,8
	Pstrąg potokowy	827,6	844,5	939,9	1335,9	2039,7	1273,1	683,8	356,2	200,0	605,0	526,5	1517,9	643,0	747,4
	Razem łososiowate	1660,7	1943,3	2891,8	3760,5	2486,8	1382,3	933,1	479,1	227,9	634,4	549,3	1527,9	670,3	772,7
	Karpiołate reofilne	900,3	1046,8	881,5	1006,0	1138,9	479,5	227,1	242,9	105,8	431,3	502,5	324,5	501,1	145,2
	Drapieżne	91,1	295,5	102,1	55,6	201,6	47,3	67,6	48,2	3,0	290,5	55,7	109,0	74,8	3,1
	Karpiołate + inne	44,4	186,2	204,0	352,6	472,9	25,9	41,6	19,4	0,2	51,8	121,6	118,8	38,6	8,9
	Razem:	2696,5	3471,8	4079,4	5174,7	4300,2	1935,0	1269,4	789,6	336,9	1408,0	1229,1	2080,2	1284,8	929,9
Poprad nr 1	Lipień	317,5	319,2	703,8	925,3	488,1	297,2	58,1	14,8	18,5	21,3	24,0	10,1	45,7	9,7
	Pstrąg potokowy	921,6	299,3	591,3	1374,8	2551,1	584,4	223,3	134,8	329,3	258,3	436,7	1201,6	645,6	266,2
	Razem łososiowate	1464,9	984,8	1530,1	2902,3	3280,1	1027,8	406,3	257,4	423,2	441,5	507,0	1258,5	903,1	358,9
	Karpiołate reofilne	2891,8	2312,4	3162,2	2827,9	3931,2	1545,2	984,9	700,6	1774,8	2255,4	1053,2	1673,3	2898,6	1232,9
	Drapieżne	381,4	82,6	409,7	337,4	70,1	78,6	80,5	25	44,4	35,4	6,9	27,1	32,6	39,8
	Karpiołate + inne	1306,9	362,5	744,8	688,9	1201,6	205,2	600,4	427,3	143,6	84,9	167,7	325,8	166,1	92,0
	Razem:	6045,0	3742,3	5846,8	6756,5	8483,0	2856,8	2072,1	1410,3	2386,0	2817,2	1734,8	3284,7	4000,4	1723,6

wać. Załamanie presji w D3 w 2003 r. przełożyło się na spadek połowy ryb łososiowatych, głównie lipienia z 1441,3 kg w 2002 r. do 197,1 kg, ale wzrost presji na D1 w tym czasie nie wpłynął na wzrost połowy lipieni (tab. 2). Ale rok później tutaj też doszło do załamania połowów lipieni z 1017,5 kg do 625,6 kg w 2004 r. Przeprowadzone metodą regresji liniowych badanie zależności między presją a połowami lipieni wykazało, że jedynie w D2 ( $p < 0,05$ ) i D4 ( $p < 0,001$ ) zależności takie były statystycznie istotne (tab. 3).

Dane rejestracji połowów lipieni z lat 2005-2012 ze względu na zmiany regulaminowe nie mogą być porównywalne z tymi z lat 1999-2004. Stan populacji lipienia w tym okresie ocenić można na podstawie analizy kart startowych z organizowanych corocznie Zawodów Wędkarskich o Puchar Dunajca im. prof. B. Romaniszyna, w których nie obowiązują żadne ograniczenia, szczególnie gdy porównanie dotyczy będzie wyników w sektorze wyznaczonym na odcinku Łowiska Specjalnego „Dunajec”, w którym obowiązuje zakaz zabijania i zabierania złowionych ryb. Dane te porównawczo zestawiono z połowami pstrąga

TABELA 3  
Związki liniowe między presją wędkarską a połowami lipieni wyrażone w przeliczeniu na 1 ha powierzchni. Istotne statystycznie zależności pogrubiono

Obwód	Funkcje regresji	R	p
D1	$y = -0,06055x + 9,701$	-0,4829	0,0814
<b>D2</b>	<b><math>y = 0,06394x - 4,133</math></b>	<b>0,7364</b>	<b>0,003436</b>
D3	$y = -0,008873x + 2,179$	-0,207	0,4779
<b>D4</b>	<b><math>y = 0,173x - 3,473</math></b>	<b>0,7991</b>	<b>0,00102</b>
P1	$y = 0,004787x + 0,136$	0,05306	0,8571

potokowego (tab. 4). Połowy lipieni przez najlepszych polskich wędkarzy muchowych wynosiły 11-39 szt., co odpowiada 0,0069 – 0,027 szt. na 1 godzinę przez 1 wędkarza ( $n_1/h$ ), podczas gdy pstrągów potokowych odpowiednio 427-1099 szt. (0,401-0,767  $n_p/h$ ). Na jednego złowionego lipienia przypadało 21,8-46,9 pstrągów potokowych. W połowach lipieni dominują ryby duże, na co wskazują ich średnie długości od 33,4 cm (2010) do 36,8 cm (2008). Wyniki te jednoznacznie wskazują na zanikanie lipienia w Dunajcu.

TABELA 4

Połowy wędkarskie na Zawodach o Puchar Dunajca im. prof. B. Romaniszyna w latach 2008-2013 w sektorze w obrębie Łowiska Specjalnego „Dunajec” ( $n_p$ ,  $n_l$ ,  $n$  – liczba pstrągów, lipieni, razem,  $l_{sr}$  – średnia długość w cm, P/L – stosunek pstrągów do lipieni)

Rok	Połowy ryb						Połów na 1 godzinę (h)					
	pstrąg potokowy		lipień		razem	P/L	łowisko			wędkarz		
	$n_p$	$l_{sr}$	$n_l$	$l_{sr}$	$n$		$n_p/h$	$n_l/h$	$n/h$	$n_p/h$	$n_l/h$	$n/h$
2008	1099	30,2	39	36,8	1138	28,1	122,1	4,33	126,4	0,767	0,027	0,795
2009	516	31,5	11	33,6	527	46,9	57,3	1,22	58,55	0,325	0,0069	0,332
2010	568	32,9	17	33,4	585	33,4	63,1	1,88	65,0	0,33	0,01	0,349
2011	502	30,1	18	34,2	520	27,8	55,7	2,00	57,7	0,46	0,016	0,477
2012	437	31,4	20	36,0	457	21,8	48,5	2,22	50,77	0,415	0,018	0,433
2013	427	32,8	17	35,9	444	25,1	47,4	1,88	49,33	0,401	0,016	0,418

## Dyskusja

Analizę połowów wędkarskich lipieni w 5 obwodach rybackich Dunajca przeprowadzono na podstawie ponad 80 tys. ankiet stanowiących 72,9% zwrotów. Użyteczność metod rejestracji zależy od liczby danych użytych do obliczeń (Hoenig i in. 1997, Lockwood i in. 1999). Prostota kwestionariuszy rejestracyjnych jest czynnikiem sprzyjającym obiektywizacji wyników (Jones i in. 1995), chociaż, na co zwracają uwagę biostatystycy, stosowanie uśrednionych wskaźników może czasami prowadzić do zaniżania wyników (Pollock i in. 1994, Dauk i Schwarz 2001). W porównaniu do innych szacunków ze względu na liczebność dane z dorzecza Dunajca dają solidną podstawę do wiarygodnych szacunków. Również wskaźnik zwrotów wydanych rejestrów jest zadowalający. W 2001 r. w Nowej Szkocji (Kanada) zwrócono 55% rejestrów (AFIFD 2001). W 2002 r. zwroty rejestrów w okręgach PZW wynosiły od 19,3% (jeleńogórski, wałbrzyski, legnicki, wrocławski) do 57,2% (bielski, częstochowski, katowicki) (Wotos i in. 2004). Statystyczny wędkarz w dorzeczu Dunajca wykonywał średnio 6,1 wędkarskich wypraw rocznie, co łącznie pozwala przeanalizować wyniki połowów z 503164 wypraw. To również ogromna baza danych. W rządowym programie monitoringu połowów wędkarskich w południowo-zachodniej Australii za okres 5 lat (1996-2000) zebrano dane z 39011 wypraw (Lowry i Murphy 2005).

Poważną i dobrze znaną konsekwencją nasilenia się aktywności człowieka w zlewniach rzek i potoków są skażenia pierwiastkami biogennymi. Większość organizmów żywych jest przystosowana do przeżycia w zanieczyszczonych wodach, a wymiera, gdy przekroczona zostanie fizjologiczna bariera zdolności adaptacyjnych do określonego zakresu tolerancji zanieczyszczeń. Ryby w środowisku wodnym odgrywają ważną ekologiczną rolę, ze względu na ich funkcję jako nośnika energii z niższych do wyższych poziomów troficznych, przez co są istotnym biomarkerem określającym jakość i wartość środowiska naturalnego (Sanchez i Porcher 2009). W zlewni Dunajca w wyniku zmian w użytkowaniu ziemi poprzez zastępowanie gruntów ornymi użytkami zielonymi (Kopacz i Twardy 2006) oraz

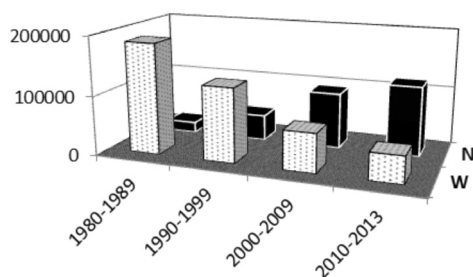
porządkowanie gospodarki wodno-ściekowej (Smoroń i Kowalczyk 2008, Kopacz i Twardy 2012) w okresie ostatnich 20 lat ładunki zanieczyszczeń biogenami uległy zmniejszeniu o 60% (Smoroń i in. 2011). Tak więc przyczyną kolapsu populacyjnego lipieni w Dunajcu nie jest pogorszenie się jakości wody, jakiś inny czynnik musi zakłócać naturalną rekrutację lipieni.

Szybszy regres populacji lipieni w odcinkach poniżej uruchomionych w 1997 r. elektrowni wodnych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne sugeruje wpływ tych instalacji na ichtiofaunę Dunajca. I faktycznie od maja do października każdego roku do 2003 r. przepływy wód były regulowane w zakresie od  $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w nocy do  $25\text{-}45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w dzień. W ciągu 10 minut dochodziło do zmian poziomu lustra wody w pionie do 60 cm i 2-6 m na ławicach żwirowych w poziomie (Augustyn i Bartel 2007). Tak szybkim zmianom nie były w stanie się przeciwstawić stadia juvenilne lipieni, które ze względu na swoje małe rozmiary wybierają na siedliska bardzo płytkie przybrzeżne strefy rzeki (Gaudin i Sempeski 2001, Nykänen i Huusko 2003). Osłabienie naturalnej rekrutacji było impulsem, reszty dokonali wędkarze. Zmiany dobowe przepływów zaburzyły odwieczne cykle dzienne lipieni, ułatwiając ich wędkarską eksploatację. Połowy lipieni poniżej elektrowni z poziomu  $2,06\text{-}2,56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$  wzrosły do  $5,59\text{-}9,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ . To bardzo dużo, więcej niż w najlepszych rzekach Finlandii, takich jak Glomma czy Rena ( $8,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ , Linlökken 1995). W efekcie elektrownie zlikwidowały stada juvenilne, a wędkarze stada rozrodcze lipieni.

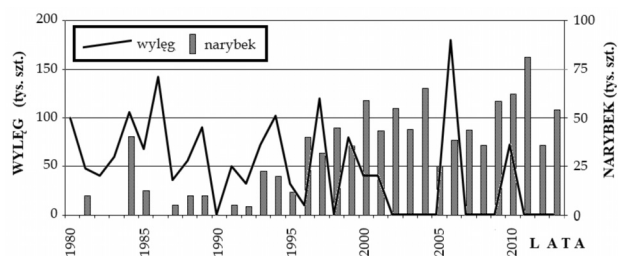
Badania dowodzą, że starszy dwumiesięczny narybek wykazuje mniejszą segregację siedlisk ze względu na głębokość wody (Valentin i in. 1994). Lipienie z zarybień jesiennych powinny zajmować głębsze siedliska i być bardziej odporne na zmienność przepływów, co przy dochodzącej do 9,0% ich przeżywalności zapewnić może pełną restytucję lipieni w Dunajcu (Augustyn 2002). Do połowy lat 80. ośrodek w Łopusznej był jedynym w Polsce producentem wylęgu lipienia. Na bazie tarlaków odławianych z doływów Dunajca produkowano rocznie 1-1,5 mln wylęgu, który oprócz zarybień Dunajca, Raby, Skawy i Soły przeznaczony był na introdukcję do Sanu, Wiśłoka, Wiśłoki i Tanwi (Witkowski i in. 1984).

Głównym odbiorcą materiału zarybieniowego lipieni były doptywy Dunajca, z których pozyskiwano tarlaki. W latach 80. na ich zarybienia przeznaczono 1865 tys. szt. wylęgu, w kolejnych dekadach odpowiednio 1254 tys. szt., 650 tys. i ostatnio (2010-2013) 180 tys. szt. Od połowy lat 90. większość zarybień prowadzono narybkiem jesiennym, a jedynie wylęgi, na które brakowało miejsca w stawach hodowlanych trafiały do zarybień w doptywy Dunajca. Tę zmianę filozofii zarybień dobrze widać na rys. 6, przedstawiającym średnie roczne zarybienia asortymentami lipienia w ujęciu dekadowym. Konsekwencją tych działań jest obserwowany od 2008 r. brak ciągów tarłowych lipieni w doptywy Dunajca. Zdziałało tu prawdopodobnie zjawisko homingu, znane u potamodromicznych pstrągów potokowych (Halvorsen i Stabell 1990, Armstrong i Herbert 1997), głowaczowatych (Yoshiyama i in. 1992), czy karpowatych (Stott i in. 1963, Kennedy i Pitcher 1975).

Ogólnie jednak zarybienia lipieniami z roku na rok wrażliwieją, co obrazuje rys. 7. Brak efektywności tych działań nie leży w ich ilości, lecz jakości użytego materiału zarybieniowego. Badania Haugena i Vøllestad (2000) wykazały, że lipienie z zarybień mają wyższą śmiertelność, niższe tempo wzrostu, słabszą kondycję i mniejszą zdolność pływania. Identyczne wnioski wyciągnął Koskinen i in. (2002b) badając ekologiczne i genetyczne skutki zarybień lipieniem w Skandynawii. Duftner i in. (2005) wykazał, że genotyp lipieni z rzeki Drau poprzez zarybienia został poważnie zmieniony. Działalność zarybieniowa powoduje genetyczne interakcje prowadzące do introgresji egzogennych puli genów, które stanowią znaczne zagrożenie dla różnorodności genetycznej i integralności rodzimych zasobów rybnych (Gum i in. 2006). Istnieje jednak zasadnicza różnica, gdy sztuczemu rozrodowi poddane są rdzenne populacje, a uzyskany w wyniku tych czynności materiał



Rys. 6. Średnioroczne wielkości zarybień wylęgiem (W) i narybkiem (N) w analizowanych okresach.



Rys. 7. Zarybienia dorzecza Dunajca w latach 1980-2013

zarybieniowy wpuszczany jest do tych samych rzek, z których pochodzili rodzice (Lynch i O'Hely 2001).

Potwierdzają to obserwacje z dorzecza Dunajca. Do połowy lat 90. zarówno wylęg, jak i narybek użyty do zarybień pochodził od lokalnych „dzikich” tarłaków, a populacja lipienia w Dunajcu miała się znakomicie. Pierwsze obce genetycznie lipienie dunajskiego kładu mtDNA w ilości 100 tys. szt. wpuszczono do Dunajca w 1996 r. Oczywiście wcześniej też posiłkowano się słowackimi lipieniami, ale pochodziły one z Vrbova w dorzeczu Popradu, z ikry pozyskanej poniżej progu w Čirču przy granicy z Polską. Dunajskie lipienie w większych ilościach wpuszczono jeszcze w 1997 i 1998 r. Mieszanie autochtonicznych i obcych populacji lipieni może mieć poważne skutki genetyczne, przyczyniając się do zwiększenia dryftu genetycznego, który w końcu prowadzi do utraty zmienności genetycznej (Duftner i in. 2005). Spadek różnorodności genetycznej populacji zmniejsza jej zdolność przystosowania się do zmian warunków środowiskowych (Swatdipong i in. 2010). Dotyczy to w szczególności małych populacji, bardziej podatnych na genetyczny dryft (Meldgaard i in. 2003).

Problemy restytucji lipienia w dorzeczu Dunajca nie są w skali europejskiej zjawiskiem odosobnionym. Dramatyczne spadki liczebności zanotowano w latach 80. w rzekach Bawarii (Gum i in. 2003), w latach 90. w Czechach (Pokorný 2000). Populacje lipienia zorganizowane są w bardzo małych przestrzennych skalach, dlatego dla ich odbudowy konieczna jest filogeograficzna integralność.

## Literatura

- AFIFD 2000. AGRICULTURE and FISHERIES. INLAND FISHERIES DIVISION. Sport Fishing in Nova Scotia. Nova Scotia Department of Agriculture and Fisheries. [www.gov.ns.ca/nsaf/sportfishing](http://www.gov.ns.ca/nsaf/sportfishing).
- Armstrong J.D., Herbert N.A. 1997 – Homing movements of displaced stream-dwelling brown trout – J. Fish Biol. 50: 445-449.
- Augustyn L. 2002 – Efektywność zarybień lipieniem *Thymallus thymallus*, w świetle wyników rejestracji połowów wędkarskich – Magazyn Przemysłu Rybnego, 2 (26): 10-11.
- Augustyn L., Bartel R. 2007 – Wstępne badania wpływu dwóch hydroelektrowni na karpowate ryby rzeczne w Dunajcu – Roczn. Nauk. PZW 20: 113-125.
- Dauk P.C., Schawarz C.J. 2001 – Catch estimation with restricted randomization in the effort survey – Biometrics 57: 461-468
- Duftner N., Koblmüller S., Weiss S., Medgyesy N., Sturbauer C. 2005 – The impact of stocking on the genetic structure of European grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in two alpine rivers – W: H. Segers, K. Martens (Eds), Aquatic Biodiversity II. Hydrobiologia 542: 121-129.
- Froufea E., Knizhin I., Weiss S. 2005 – Phylogenetic analysis of the genus *Thymallus* (grayling) based on mtDNA control region and ATPase 6 genes, with inferences on control region constraints and broad-scale Eurasian phylogeography – Mol. Phylogenet. Evol. 34 (2005) 106-117.
- Gaudin P., Sempeski P. 2001 – The role of river bank habitat in the early life of fish: the example of grayling, *Thymallus thymallus* – Ecohydrology and Hydrobiology, 1(1): 203-208.
- Gum B., Gross R., Rottmann O., Schröder W., Kühn R. 2003 – Microsatellite variation in Bavarian populations of European grayling (*Thymallus thymallus*): Implications for conservation – Conservation Genetics 4: 659-672.
- Gum B., Gross R., Kuehn R. 2005 – Mitochondrial and nuclear DNA phylogeography of European grayling (*Thymallus thymallus*): evidence for secondary contact zones in central Europe – Molecular Ecology 14 (6): 1707-1725.
- Gum B., Gross R., Kuehn R. 2006 – Discriminating the impact of recent human mediated stock transfer from historical gene flow on genetic structure of European grayling *Thymallus thymallus* – J. Fish Biol. 69(Suppl. C): 115-135.
- Gum B., Gross R., Geist J. 2009 – Conservation genetics and management implications for European grayling, *Thymallus thymallus*: synthesis of

- phylogeography and population genetics – *Fish. Manage. Ecol.* 16, (1): 37-51.
- Halvorsen M., Stabell O.B. 1990 – Homing behaviour of displaced stream-dwelling brown trout – *Animal Behaviour*. 39(6): 1089-1097. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000334720580781X-fn1>.
- Haugen T.O., Vellestad L.A. 2000 – Population differences in early life-historical traits in grayling – *J. Evol. Biol.* 13(6): 897-905.
- Hoening J.M., Jones K.H., Pollock K.H., Robson D.S., Wade D.L. 1997 – Calculation of catch rate and total catch in roving surveys of anglers – *Biometrics* 53: 306-317.
- Jones C.M., Robson D.S., Lakkis H.D., Kressel J. 1995 – Properties of catch rates used in analysis of anglers surveys – *Trans. Am. Fish. Soc.* 124: 911-928.
- Kennedy G.J.A., Pitcher T.J. 1975 – Experiments on homing in shoals of the European Minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) – *Trans. Am. Fish. Soc.* 104(3): 454-457.
- Kopacz M., Twardy S. 2006 – Zmiany użytkowania ziemi w zlewni górnego Dunajca w aspekcie wybranych parametrów jakościowych wód powierzchniowych – *Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie* 6, 2(18): 191-202.
- Kopacz M., Twardy S. 2012 – Gospodarka wodno-ściekowa w zlewni górnego Dunajca na tle przeobrażeń społeczno-strukturalnych i jakości wód powierzchniowych – *Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie* 12, 3(39): 103-121.
- Koskinen M.T., Ranta E., Piironen J., Veselov A., Titov S., Haugen T.O., Nilsson J., Carlstein M., Primmer C.R. 2000 – Genetic lineages and post-glacial colonization of grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses – *Mol. Ecol.* 9: 1609-1624.
- Koskinen M.T., Piironen J., Primmer C.R. 2001 – Interpopulation genetic divergence in European grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) at a microgeographic scale: implications for conservation – *Conservation Genetics* 2: 133-143.
- Koskinen M.T., Nilsson J., Veselov A., Potutkin A.G., E Ranta E., Primmer C.R. 2002a – Microsatellite data resolve phylogeographic patterns in European grayling, *Thymallus thymallus*, Salmonidae – *Heredity*, 88: 391-401.
- Koskinen M.T., Sundell P., Piironen J., Primmer C.R. 2002b – Genetic assessment of spatiotemporal evolutionary relationships and stocking effects in grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) – *Ecology Letters* 5(2): 193-205.
- Kottelat M. 1997 – European freshwater fishes – *Biologia* (Bratislava), 52(suppl. 5): 1-271.
- Linlökken A. 1995 – Angling pressure, yield and catch per effort of grayling, *Thymallus thymallus* (L.), and brown trout, *Salmo trutta* L., on the rivers Glomma and Rena, southeastern Norway – *Fish. Manage. Ecol.* 2(4): 249-262.
- Lockwood R.N., 1997 – Evaluation of catch rate estimators from Michigan access point angler surveys – *N. Amer. J. Fish. Manage.* 17: 611-620.
- Lockwood R.N., Darren M.B., Bence J.R. 1999 – Estimating angling effort and catch from Michigan roving and access site angler survey data. Michigan Department of Natural Resources – *Fish. Res. Rep.* 2044.
- Lowry M., Murphy J. 2005 – Monitoring the recreational gamefish fishery off south-eastern Australia – *Mar. Freshwat. Res.* 54(4): 425-434.
- Lynch M., O'Hely M. 2001 – Captive breeding and the genetic fitness of natural populations – *Conservation Genetics* 2(4): 363-378.
- Meldgaard T., Nielsen E.E., Loeschcke V. 2003 – Fragmentation by weirs in a riverine system: A study of genetic variation in time and space among populations of European grayling (*Thymallus thymallus*) in a Danish river system – *Conservation Genetics* 4: 735-747.
- Nykänen M., Huusko A. 2003 – Size-related changes in habitat selection by larval grayling (*Thymallus thymallus* L.) – *Ecol. Freshw. Fish.* 12(2): 127-133.
- Persant H. 1996 – Threatened populations and conservation of the European grayling *Thymallus thymallus* (L., 1758) – W: A. Kichofer, D. Hefti (Eds.): *Conservation and Endangered Freshwater Fish in Europe*. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland: 233-237.
- Pokorný J., 2000 – Perspektivy chovu a produkce lipana v České Republice – *Bull. VÚRH Vodnaný* 36(4): 102-107.
- Pollock K.H., Jones C.M., Brown T. L. 1994 – Angler survey methods and their applications in fisheries management – *Amer. Fish. Soc. Spec. Publ.* 25.
- Sanchez W., Porcher J-M. 2009 – Fish biomarkers for environmental monitoring within the Water Framework Directive of the European Union – *28(2): 150-158.*
- Smorón, S. Kowalczyk, A. 2008 – Jakość wód powierzchniowych w turystycznych obszarach Karpat Zachodnich. Cz. III. Analiza czynników sprawczych wpływających na stan środowiska wodnego w gminach na terenie zlewni górnego Dunajca – *Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie* 8, 2b(24): 153-161.
- Stott B., Elsdon J.W.V., Johnston J.A.A. 1963 – Homing behaviour in gudgeon (*Gobio gobio*, (L.)) – *Anim. Behav.* 11(1): 93-96.
- Sušnik S., Snoj A., Dovč P. 1999 – Microsatellites in grayling (*Thymallus thymallus*): comparison of two geographically remote populations from the Danubian and Adriatic river basin in Slovenia – *Molecular Ecology* 8(10): 1756-1758.
- Sušnik S., Berrebi S.P., Dovč P., Hansen M.M., Snoj A. 2004 – Genetic introgression between wild and stocked salmonids and the prospects for using molecular markers in population rehabilitation: the case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus* L. 1785) – *Heredity*, 93: 273-282.
- Swatdipong A., Primmer C.R., Vasemaägi A. 2010 – Historical and recent genetic bottlenecks in European grayling, *Thymallus thymallus* – *Conserv. Genet.* 11: 279-292.
- Valentin S., Sempeksi P., Souchov Y., Gaudin P. 1994 – Short-term habitat use by young grayling, *Thymallus thymallus* L., under variable flow conditions in an experimental stream – *Fish. Manage. Ecol.* 1(1): 57-65.
- Weiss S., Persat H., Eppe R., Schlotterer C., Uibeklein F. 2002 – Complex patterns of colonization and refugia revealed for European grayling *Thymallus thymallus*, based on complete sequencing of the mitochondrial DNA control region – *Molecular Ecology* 11: 1393-1407.
- Witkowski A., Kowalewski M., Kokurewicz B. 1984 – Lipień – PWRiL Warszawa, s. 215.
- Wotos A., Mioduszezowska H., Czerwiński T., Mickiewicz M. 2004 – Porównanie składu gatunkowego odłowów wędkarskich w wybranych rzekach systemu górnej Wisły i górnej Odry – *Arch. Pol. Fish.* 12(2): 335-354.
- Yoshiyama R.M., Gaylord K.B., Philippi M.T., Moore T.R., Jordan J.R., Coon C.C., Schalk L.L., Valpey C.J., Tosques I. 1992 – Homing behavior and site fidelity in intertidal sculpins (Pisces: Cottidae) – *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 160(1): 115-130.

Przyjęto po recenzji 28.03.2014 r.

## ASSESSMENT OF POPULATIONS OF EUROPEAN GRAYLING, *THYMALLUS THYMALLUS* (L.), IN THE DUNAJEC RIVER CATCHMENT BASED ON RECREATIONAL CATCH RECORDS

Leszek Augustyn, Michał Nowak

**ABSTRACT.** The European grayling, *Thymallus thymallus* (L.), is one of the most important, valuable commercial fish species in Poland. Three basic parameters describing angling pressure on this fish in the Dunajec River catchment were analyzed: mean monthly catch per angler, total catch per anglers belonging to the various branches of the Polish Anglers Association, and total catch per angling district. It was found that a total of 74 014 grayling specimens (weighing 25 511.1 kg) were caught in the Dunajec catchment in the period of 1999-2011. In the beginning, annual catch increased rapidly, with the maximum in 2002, when 20 796 specimens weighing 6 810.2 kg were taken by anglers. Since then, the catch has decreased gradually. In 2004, the number of grayling harvested decreased by 66.3 %, and in the following year an additional 52 % decrease was observed. Despite conservation measures undertaken by the Polish Anglers Association, catches continued to decrease in subsequent years. The results presented, along with considerations on the origin of stocking material released in the Dunajec catchment, suggest a serious disruption in the phylogenetic integrity of the populations of the grayling in this river system might have occurred, resulting in the decline in recreational catches. It is recommended that the the stocking material released into the Dunajec River catchment is of high quality and phylogeographic unity; otherwise, the conservation of the European grayling could be wholly unsuccessful.

**Keywords:** angling pressure, population assessment, population decline, recreational catches, stocking