

## WPŁYW KOLONII LĘGOWEJ KORMORANA CZARNEGO (*PHALACROCORAX CARBO* L.) NA PRZYROST RADIALNY SOSNY ZWYCZAJNEJ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) W REZERWACIE PRZYRODY KĄTY RYBACKIE

Paweł Grochalski<sup>1</sup>, Bartłomiej Bednarz<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Nadleśnictwo Choczewo, ul. Świerkowa 8, 84-210 Choczewo

<sup>2</sup>Zakład Ochrony Lasu, Entomologii i Klimatologii Leśnej, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
al. 29 Listopada 46/711, 31-425 Kraków

### ABSTRAKT

Na podstawie przeprowadzonych badań dendrochronologicznych stwierdzono, że począwszy od 2003 roku, w którym na sosnach zwyczajnych występujących w nadmorskim borze bażynowym w rezerwacie Kąty Rybackie pojawiła się kolonia lęgowa kormorana czarnego, nastąpiła wyraźna, nasilająca się z upływem lat, redukcja szerokości słoju. Średnia redukcja przyrostu na grubość u 30 drzew sięgnęła 57,3% w okresie 2003–2013, w porównaniu z taką samą liczbą sosen zbliżonego wieku rosnących poza kolonią lęgową. Zmniejszenia przyrostu wynikały z niszczenia bezpośredniego koron drzew przez gniazdujące ptaki oraz z oddziaływania pośredniego przez wpływ na procesy wzrostu i rozwoju sosen gleby przenawożonej odchodami kormoranów. Za pomocą nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya wykazano, że w porównaniu z drzewami kontrolnymi spadek przyrostu drzew zasiedlonych przez kormorany był wysoce istotny przy  $p = 0,0002$ .

**Słowa kluczowe:** dendrochronologia, kormorany, szerokość słoju, sosna zwyczajna

### WSTĘP

W ostatnich latach na terenie Europy, także w północnej Polsce, dużego znaczenia dla gospodarki leśnej nabiera wzrastająca z roku na rok presja na drzewostany populacji kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo* L.). Ptaki, zasiedlając sosny zwyczajne (*Pinus sylvestris* L.), doprowadzają do ich defoliacji i obumierania drzew (Laskowski, 2006).

Pomimo braku specjalistycznych opracowań dotyczących wpływu kormorana zwyczajnego na przyrost radialny sosny zwyczajnej, powszechnie wiadomo, że jego kolonie lęgowe zmieniają stan lasu oraz w silnym stopniu oddziałują na żywotność drzew,

częstokroć doprowadzając do ich obumierania. Doskonałym przykładem obrazującym to zjawisko jest rezerwat Kąty Rybackie, o powierzchni 10,79 ha, który utworzono w celu ochrony terenów lęgowych 147 par kormoranów zwyczajnych, podlegających w Polsce ochronie gatunkowej. Rezerwat powstał w 1957 roku w Nadleśnictwie Elbląg, obręb Stegna, leśnictwo Kąty, w miejscowości Kąty Rybackie. W 2000 roku powierzchnię rezerwatu powiększono do 102,54 ha i utworzono dodatkowo jego otulinę o powierzchni 62,86 ha. Drzewostany rezerwatu reprezentują pod względem fitosocjologicznym zespół nadmorskiego

✉rlbednar@cyf-kr.edu.pl

boru bażynowego *Empetro nigri* – *Pinetum* (Endler i Juśkiewicz-Swaczyna, 2012; Matuszkiewicz, 2001). Kolonia kormoranów w Kątach Rybackich jest uważana za jedną z największych w Europie. Według danych z 2011 roku kolonia liczy ponad 11 500 par lęgowych (Buczma i in., 2011).

Na terenie rezerwatu prowadzono wiele badań naukowych, głównie dotyczących zmian liczebności kormorana czarnego i jego presji na ichtiofaunę Zalewu Wiślanego oraz jego strukturę troficzną (Bzoma, 1997; 2001; 2004; Goc i in., 2005; Melilin i Krupa, 1997; Przybysz, 1997; Stępniewicz, 1997). Opublikowano również prace na temat skutków praktycznych i ekonomicznych oddziaływania kolonii lęgowych kormorana na las, m.in. podejmując temat wpływu kolonii na zanik runa leśnego (Bzoma, 2001; Głaz i in., 2003; Goc i in., 2005; Szramka, 2000; Wójcik, 1995).

Aktywność kormoranów sprawia, że do dna lasu, poza dużą ilością odchodów, docierają wypluwki, upuszczone ryby, wyrzucone z gniazd jaja, martwe ptaki i pisklęta. Wydalane przez ptaki guano zawiera kwas moczowy, azot, wapń, potas i fosfor, a także metale ciężkie. Prowadzi to do kilkudziesięciokrotnego, a nawet ponad stukrotnego zwiększenia stężenia tych substancji w glebie (Laskowski, 2006; Ligęza i in., 2001). W konsekwencji ubogie, piaszczyste gleby bielcowe ulegają silnemu przenawożeniu. Negatywne skutki tego zjawiska potęgują wyrządzane przez kormorany szkody bezpośrednie, polegające na spryskiwaniu odchodami koron drzew i pozyskiwaniu cienkich gałązek do budowy gniazd (Hanzak, 1994). Prowadzi to do silnej redukcji aparatu asymilacyjnego sosen (Stępniewski, 2001).

Silna presja kormorana czarnego na ekosystemy leśne rezerwatu Kąty Rybackie skłoniła autorów do podjęcia próby określenia wpływu kolonii lęgowych tego gatunku na kształtowanie się szerokości słoju sosny zwyczajnej.

## MATERIAŁ I METODY

W badaniach przeprowadzonych we wrześniu 2013 roku wykorzystano metody dendrochronologicznej analizy pierścieni drewna (Zielski i Krąpiec, 2004). Wytypowano po 30 drzew z dwóch powierzchni Nadleśnictwa Elbląg: jedną z terenu rezerwatu Kąty Rybackie, zlokalizowaną w oddziale 90, pododdział j,

leśnictwa Kąty Rybackie, w drzewostanie sosnowym o bonitacji II, w wieku 120 lat, zasiedlonym przez kormorana (drzewostan zasiedlony) (Lewczuk i in., 2013), drugą w pododdziale 147a, w drzewostanie sosnowym o bonitacji II, w wieku 126 lat, pochodzącym z otuliny rezerwatu, niezasiedlonym przez kormorana (drzewostan referencyjny) (RDLP, 2016).

Kryteria wyboru drzew zasiedlonych przez kormorany były następujące: ciągłe żywa korona, obecność gniazd kormoranów, normalny pokrój strzały, brak martwic i zgnilizn oraz złamanych lub zdeformowanych wierzchołków. Na każdym wytypowanym drzewie występowały średnio po dwa gniazda kormorana czarnego. Średnia wysokość drzew wynosiła 18,5 m, a ich pierśnica 35 cm.

Drzewa z wariantu referencyjnego miały średnią wysokość 23,2 m i pierśnicę 38 cm.

Za pomocą świdra przyrostowego Presslera pozyskano po dwa dordzeniowe wywierty z każdego pnia drzewa wytypowanego do badań, na wysokości pierśnicy, tj. 1,3 m od powierzchni gruntu, od strony północnej i zachodniej.

W warunkach laboratoryjnych zebrany w terenie materiał zeskanowano z rozdzielczością 1200 dpi i za pomocą programu CDendro 7.7 pomierzono szerokości słoju z dokładnością do 0,02 mm. Wykreślono średnie chronologie dla obydwu analizowanych grup drzew z drzewostanów zasiedlonych przez kormorany i niezasiedlonych (referencyjnych). We wcześniejszych publikacjach (Muter i Bednarz, 2003) można znaleźć szczegółowe omówienie metod opracowania chronologii słoju rocznych w poszczególnych drzewach i ich grupach, mające na celu wyeliminowanie błędów pomiarowych i uzyskania poprawnych bezwzględnie datowanych ciągów przyrostowych. Ponieważ porównywane drzewostany dzieliła zaledwie sześćoletnia różnica wieku, a sosny osiągały tę samą II bonitację, chronologie badanych drzew nie poddano procedurze standaryzacji eliminującej tzw. trend starczy. Uzyskane średnie bezwzględnie datowane szerokości słoju rocznych poszczególnych drzewostanów poddano analizie statystycznej. Pierwszym przeprowadzonym był test na normalność rozkładu zmiennych (Shapiro-Wilka), a po odrzuceniu hipotezy o zgodności rozkładu rocznych szerokości słoju drewna z rozkładem normalnym zastosowano nieparametryczny test U Manna-Whitneya na istotność

różnic dla wartości średnich. Test przeprowadzono dla wspólnego w obydwu drzewostanach okresu wzrostowego 110 lat oraz 11-letnich przedziałów czasowych, odpowiadających zasiedleniu drzew przez kormorany. Analizy statystyczne wykonano w programie Statistica (Statistica 10PL, 2013).

## WYNIKI

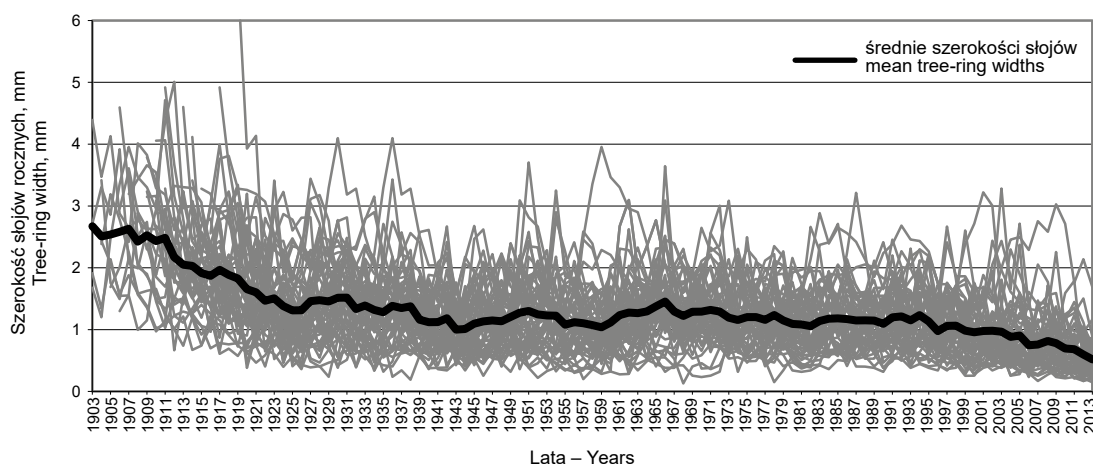
Uzyskano 60 osobniczych chronologii słoików rocznych *Pinus sylvestris* z drzewostanu 120-letniego, w którym występowały kolonie lęgowe kormorana zwyczajnego oraz 60 sekwencji osobniczych ze 126-letniego drzewostanu referencyjnego.

Szerokości słoików sosen, w których koronach gniazdowały kormorany, wahały się w przedziale 7,46–0,21 mm. Średni przyrost wieloletni wyniósł 1,36 mm. W przebiegu chronologii od 1964 do 2012 roku obserwowano tendencję spadkową szerokości pierścieni drewna. W latach 2003–2013 nastąpiło wyraźne zmniejszenie się szerokości słoików (od 1,17 mm do 0,50 mm), co w tym jedenastoletniu stanowi obniżenie szerokości słoików o 57,3%. W tym samym czasie przebieg chronologii wykreślonych dla grup sosen referencyjnych nie wykazywał tendencji spadkowych (rys. 1). Otrzymane dane sugerują, że drzewa zostały zasiedlone przez kormorany w 2003 roku.

Przeprowadzone testy statystyczne na zgodność rozkładu szerokości słoików sosen z rozkładem normalnym pozwoliły na odrzucenie hipotezy zerowej, zakładającej zgodność rozkładu badanych zmiennych z typem rozkładu Gaussa, ponieważ  $\alpha < 0,05$ .

W dalszych analizach statystycznych – na podstawie testu nieparametrycznego różnic wartości średnich U Manna-Whitneya – wykorzystano średnie szerokości słoików obliczone dla drzewostanów zasiedlonych przez kormorany i niezasiedlonych. Stwierdzono, że dla okresu przyrostowego obejmującego 110 lat ( $N = 110$ ) różnice w średnich szerokościach słoików obydwu porównywanych grup drzew są statystycznie nieistotne, ponieważ  $p > 0,05$  (tab. 1). Natomiast dla ostatnich 11 lat ( $N = 11$ ) pomiędzy rzeczywistym rocznym przyrostem na grubość drzew zasiedlonych przez kormorany oraz drzew niezasiedlonych występują istotne statystycznie różnice, na poziomie  $p = 0,000182$  (tab. 2).

Natomiast porównując dziesięć jedenastoletnich odcinków czasowych obydwu chronologii (tab. 2), można zauważyć, że istotne różnice wystąpiły tylko pomiędzy początkowymi jedenastoletnimi okresami oraz w okresie końcowym (poziom istotności od  $p = 0,0002$  do  $p = 0,004$ ).



**Rys. 1.** Rzeczywista chronologia słoików sosny zwyczajnej z drzewostanu zasiedlonego przez kormorany z zaznaczoną średnią wieloletnią szerokością słoików rocznych

**Fig. 1.** Absolute dating chronology of annual tree-rings of Scots pines from a stand inhabited by cormorants with long-term mean annual tree-ring widths

**Tabela 1.** Wyniki testu U Manna-Whitneya dotyczące różnic średniego rzeczywistego przyrostu sosen (*Pinus sylvestris* L.) zasiedlonych i niezasiedlonych przez kormorany dla 110-letnich okresów przyrostowych

**Table 1.** Results of the Mann-Whitney U test on differences in average real growth of Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) with and without nesting cormorants for 110-year incremental periods

Zmienna Variable	Test U Manna-Whitneya (sosny zasiedlone i niezasiedlone) względem zmiennej, <i>N</i> 110 lat Mann-Whitney U test (pines with and without nesting birds) relative to variable, <i>N</i> 110 years						
	suma rang – sum of ranges		wartość statystyki value of statistic U	Z	poziom level <i>p</i>	Z poprawione corrected	poziom level <i>p</i>
	grupa 1 group 1	grupa 2 group 2					
<i>PP</i>	11 401,00	12 909,00	5 296,000	–1,59619	0,110447	–1,59619	0,110447

Istotność  $\alpha < 0,05$ .

Significance  $\alpha < 0.05$ .

**Tabela 2.** Porównanie dziesięciu 11-letnich odcinków chronologii słoików sosny zwyczajnej z gniazdami kormoranów (A) i drzew niezasiedlonych (B) za pomocą testu rang U Manna-Whitneya

**Table 2.** A comparison of ten 11-year periods in tree-ring chronologies of Scots pines with and without cormorant nests using the range test of Mann-Whitney U test

Kod okresu Code of period	Lata Years	Suma rang Sum of ranges (A)	Suma rang Sum of range (B)	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	Z poprawione corrected	<i>p</i>	<i>N</i> ważn. import. A	<i>N</i> ważn. import. B	2*1str. (dokł. <i>p</i> ) (exact <i>p</i> )
1	1904–1914	68	185	2	<b>–3,808570625</b>	<b>0,000140</b>	–3,808570625	<b>0,000140</b>	11	11	<b>0,000011</b>
2	1915–1925	72	181	6	<b>–3,545910582</b>	<b>0,000391</b>	–3,545910582	<b>0,000391</b>	11	11	<b>0,000085</b>
3	1926–1936	83	170	17	<b>–2,823595463</b>	<b>0,004749</b>	–2,823595463	<b>0,004749</b>	11	11	<b>0,003181</b>
4	1937–1947	122	131	56	–0,262660043	0,792813	–0,262660043	0,792813	11	11	0,796936
5	1948–1958	82	171	16	<b>–2,889260474</b>	<b>0,003862</b>	–2,889260474	<b>0,003862</b>	11	11	<b>0,002447</b>
6	1959–1969	137	116	50	0,656650108	0,511406	0,656650108	0,511406	11	11	0,519032
7	1970–1980	117	136	51	–0,590985097	0,554531	–0,590985097	0,554531	11	11	0,561888
8	1981–1991	114	139	48	–0,787980129	0,430709	–0,787980129	0,430709	11	11	0,438463
9	1992–2002	115	138	49	–0,722315119	0,470101	–0,722315119	0,470101	11	11	0,477855
10	2003–2013	184	69	3	<b>3,742905614</b>	<b>0,000182</b>	3,742905614	<b>0,000182</b>	11	11	<b>0,000020</b>

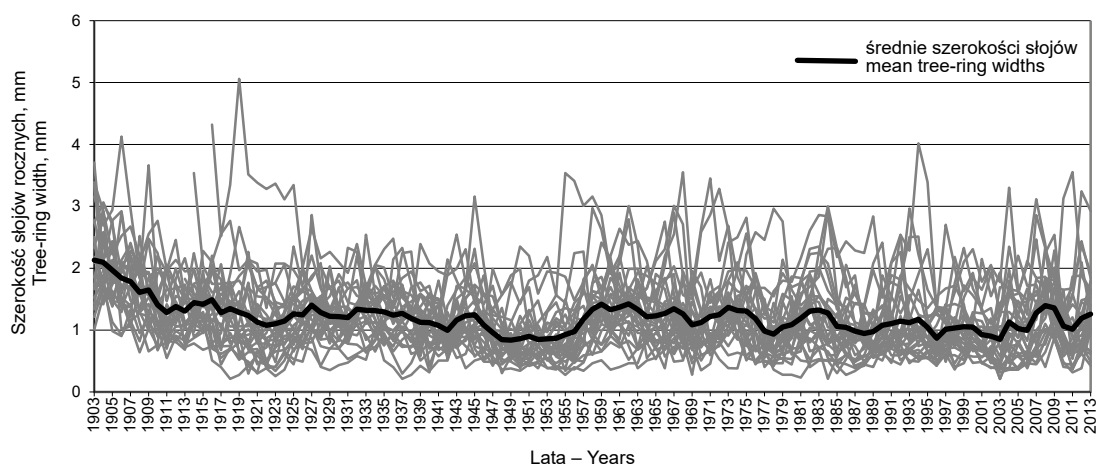
Boldem zaznaczono wyniki istotne przy  $p < 0,05$ .

Results marked in bold are significant at  $p < 0.05$ .

## DYSKUSJA

Liczebność populacji kormorana czarnego w rezerwacie Kąty Rybackie jest szacowana obecnie na

ok. 40 000 osobników. W ciągu ponad 50 lat, które upłynęły od momentu utworzenia rezerwatu, nastąpił kilkukrotny wzrost liczebności ptaków. Ta największa w Polsce kolonia kormoranów ciągle znajduje



**Rys. 2.** Rzeczywista chronologia słoików sosen z drzewostanu referencyjnego z zaznaczoną średnią wieloletnią szerokością słoików, mm

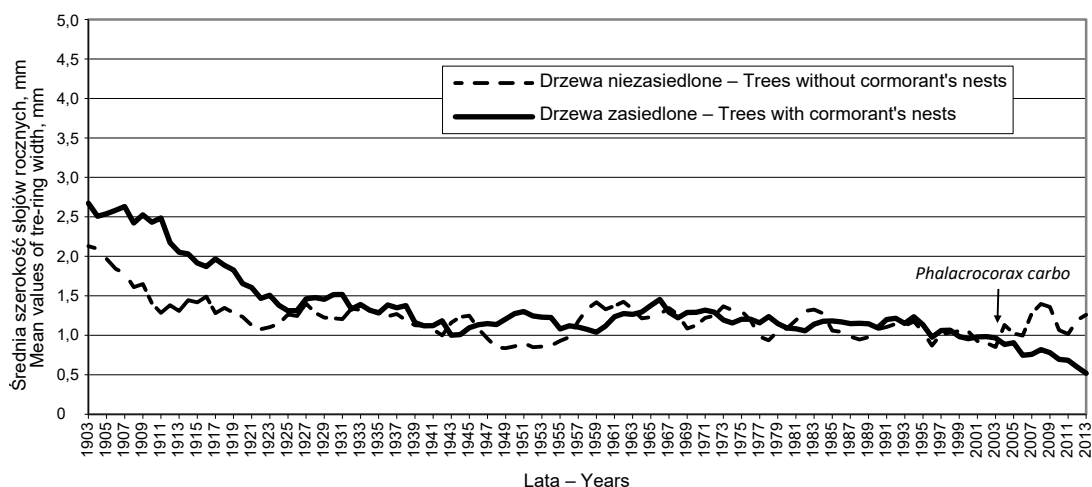
**Fig. 2.** Absolute dating chronology of annual tree-rings of Scots pines from the reference stand with a long-term mean annual tree-ring width, mm

się w fazie wzrostu i powoduje znaczące zniszczenia w drzewostanach oraz w dużych ilościach wyławianych ryb, sięgających 24% biomasy ichtiofauny Zalewu Wiślanego (Kopciewicz i in., 2003). Zwiększająca się liczebność kormoranów potęguje negatywne oddziaływanie na drzewostany, prowadząc do ich degeneracji. Na terenie lęgowym – w sytuacji dużej liczebności ptaków i całkowitemu zniszczeniu drzew – kormorany albo gnieźdzą się nawet na ziemi, albo przenoszą się na inne miejsce w drzewostanie (Lindell, 1997).

W prezentowanych badaniach starano się określić wpływ obecności *Phalacrocorax carbo* na kształtowanie się szerokości słoików rocznych sosny w rezerwacie Kąty Rybackie. Oligotroficzny charakter występujących w rezerwacie siedlisk boru bażynowego mógłby sugerować, że obecność kormoranów – dostarczających do dna lasu guano zasobne w substancje biogenne – powinna wpływać na zwiększenie żyzności gleby, stymulując tym samym procesy wzrostu i rozwoju drzew. Tak się jednak nie dzieje, ponieważ kormorany deponują w środowisku bytowania bardzo duże ilości odchodów, 4,23–5,83 g/m<sup>2</sup>/dobę (Laskowski, 2006). Zakładając, że ich okres lęgowy trwa około dwóch miesięcy, do gleby dostaje się blisko 0,3 kg odchodów na 1 m<sup>2</sup>, co w przeliczeniu na 1 ha daje około 1,5 t odchodów w ciągu miesiąca. Ten depozyt w krótkim

czasie doprowadza do przenawożenia gleby i uszkodzenia mikoryz korzeniowych (Karczmarski, 2000). W konsekwencji dochodzi do silnej redukcji szerokości słoików sosen, a nawet do obumierania drzew. W niemałym stopniu na zmniejszenie się przyrostu na grubość wpływa także pozyskiwanie przez kormorany młodych gałązek do budowy lub reperacji gniazd. Powoduje to silną redukcję aparatu asymilacyjnego sosen (Stępniewski, 2001). Negatywne oddziaływanie kolonii kormoranów na drzewostany rezerwatu Kąty Rybackie przekonująco ilustrują wyniki przeprowadzonych analiz dendrochronologicznych. W porównaniu chronologii słoików rocznych sosen zasiedlonych przez ptaki i wolnych od gniazd zwracają uwagę pogłębiające się wraz z upływem czasu depresje przyrostowe obejmujące okres ostatnich 11 lat (rys. 3). Redukcja rocznych przyrostów sosny zwyczajnej sięgała aż 57,3% na końcu okresu 11-letniego. Zważywszy, że jego początek przypada na 2003 rok, można przyjąć, że ten rezerwatowy drzewostan został zasiedlony przez kormorany właśnie w tym czasie.

Przy podziałach średnich chronologii słoików sosny z drzewostanu zasiedlonego przez kormorany oraz referencyjnego na dziesięć 11-letnich odcinków czasowych (tab. 2) i porównaniu ich ze sobą, zwraca uwagę, że istotne różnice w kształtowaniu się przyrostów występują nie tylko w latach 2003–2013, ale



**Rys. 3.** Porównanie średniej wieloletniej szerokości słoików z drzewostanu zasiedlonego przez kormorany i średniej wieloletniej szerokości słoików rocznych z drzewostanu referencyjnego  
**Fig. 3.** A comparison of average long-term annual tree-ring widths from the stand inhabited by cormorants and from the reference stand

także w początkowych odcinkach chronologii. Istotne różnice w początkowym okresie przyrostowym prawdopodobnie spowodowały zabiegi gospodarcze stosowane w drzewostanie referencyjnym, jeszcze przed wyłączeniem z drzewostanu użytkowego, a także brak jakichkolwiek zabiegów gospodarczych w drzewostanie rezerwatowym. Natomiast różnice między porównywanymi chronologiami w ostatnim odcinku 11-letnim z całą pewnością należy przypisać negatywnemu wpływowi kormoranów na sosny w rezerwacie (rys. 3).

## WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań dendrochronologicznych stwierdzono, że począwszy od 2003 roku, w którym na sosnach zwyczajnych występujących w nadmorskim borze bażynowym w rezerwacie Kąty Rybackie pojawiła się kolonia lęgowa kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo*), nastąpiła wyraźna, nasilająca się z upływem lat, redukcja szerokości słoików.

2. Średnia redukcja przyrostu na grubość sosen zasiedlonych przez kormorany sięgnęła aż 57,3% w okresie 2003–2013.

3. W badaniach statystycznych, z zastosowaniem nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya,

potwierdzono istotność zjawiska zmniejszania się przyrostu radialnego u drzew zasiedlonych przez kormorana czarnego w ciągu ostatnich 11 lat.

## PIŚMIENICTWO

- Buczma, A., Goc, M., Kosmalski, W. (2011). Zróżnicowanie fenologii lęgów kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* w największej europejskiej kolonii w Kątach Rybackich (Mierzeja Wiślana, północna Polska) [Variation of the great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* breeding phenology in the biggest European colony in Kąty Rybackie (Vistula Spit, N Poland)]. *Ornis Pol.*, 52, 231–246.
- Bzoma, S. (1997). Ocena sukcesu lęgowego kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* w Kolonii lęgowej w Kątach Rybackich w latach 1995–1996 [Assessment of breeding success of *Phalacrocorax carbo sinensis* cormorant in breeding colony at Kąty Rybackie in 1995–1996]. Praca magisterska. Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Gdański (maszynopis).
- Bzoma, S. (2001). Program ochrony kormorana (*Phalacrocorax carbo*) w Polsce – projekt. Strategia zarządzania populacją kormorana w Polsce [Cormorant protection program (*Phalacrocorax carbo*) in Poland – project. Strategy for cormorant population management in Poland]. Warszawa: SGGW.

- Bzoma, S. (2004). Kormoran *Phalacrocorax carbo* (L.) w strukturze troficznej ekosystemu Zatoki Gdańskiej [*Phalacrocorax carbo* (L.) in the trophic structure of the Gdańsk Bay ecosystem]. Praca doktorska, Uniwersytet Gdański, Gdynia.
- Endler, Z., Juśkiewicz-Swaczyna, B. (2012). Interesująca postać boru nadmorskiego koło Kątów Rybackich (Mierzeja Wiślana) [An interesting form of the coastal forest near Kąty Rybackie (Vistula Sandbar)]. Geol. Geomorfol., 9, 91–95.
- Głaz, J., Kliczkowska, A., Zachara, T., Hilszczański, J., Bystrowski, C. (2003). Skutki bytowania kormorana czarnego w lasach Mierzei Wiślanej [Consequences of black cormorant colonisation in forests of the Vistula Spit]. Pr. Inst. Bad. Leśn., A, 2(955), 79–101.
- Goc, M., Iliszko, L., Stempniewicz, L. (2005). The largest European colony of the great cormorant on the Vistula Spit (N Poland) – an impact on the forest ecosystem. Ecol. Quest., 6, 93–103.
- Hanzak, J. (1974). Jaja i gniazda ptaków [Bird eggs and birds]. Warszawa: PWRiL.
- Karczmarski, J. (2000). Podstawy nawożenia mineralnego drzewostanów, materiały dydaktyczne [Basics of mineral fertilisation of stands, teaching materials]. Kraków: Uniwersytet Rolniczy.
- Kopciwicz, P., Stempniewicz, L., Nitecki, C., Bzoma, S. (2003). Efekty rozrodu kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* w Kątach Rybackich [Effects of cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* breeding in Kąty Rybackie]. Not. Orn., 44, 33–41.
- Laskowski, M. (2006). Wpływ kolonii lęgowej kormorana (*Phalacrocorax carbo sinensis*) w Kątach Rybackich na skład chemiczny gleby [The effect of the cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) breeding colony in Kąty Rybackie on the chemical composition of soil]. Niepublikowany maszynopis, Uniwersytet Gdański.
- Lewczuk, M., Żółkoś, K., Bloch-Orłowska, J., Bzoma, Sz., Hajek, B., Kukwa, M., ..., Kowalkowski, J. (2013). Projekt Planu Ochrony Rezerwatu Przyrody „Kąty Rybackie”. Dla rozwoju infrastruktury i środowiska [Project of the Nature Reserve „Kąty Rybackie”. For the development of infrastructure and the environment]. Warszawa: Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.
- Ligęza, S., Samal, H., Miształ, M., Ciesielczuk, P., Piliszczuk, G. (2001). Zmiany wybranych właściwości środowiska glebowego na terenie kolonii kormoranów (*Phalacrocorax carbo*) w Kątach Rybackich [Changes in selected properties of soil environment in the Black cormorant (*Phalacrocorax carbo*) colony in Kąty Rybackie, Poland]. Acta Agrophys., 56, 155–164.
- Lindell, L. (1997). Recent population development of the cormorant *Phalacrocorax carbo* in Sweden. Ekol. Pol., 45(1), 79–81.
- Matuszkiewicz, J. M. (2001). Zespoły leśne Polski [Forest associations of Poland]. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.
- Melilin, M., Krupa, R. (1997). Diet of cormorant, based on the analysis of pellets from breeding colonies in NE Poland. Ric. Biol. Selvag., Suppl., 26, 511–515.
- Muter, E., Bednarz, B. (2003). Klimatyczne uwarunkowania przyrostu na grubość świerka (*Picea abies* (L.) H. Karst.) z regionu Parku Narodowego Ormtjernkampen w Norwegii [Effect of climatic conditions on the width increment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) from the Ormtjernkampen National Park in Norway]. Sylwan, 3, 7–56.
- RDLP (2016). Nadleśnictwo Elbląg Obręb Stegna Opis taksacyjny lasu według stanu na 1.01.2017 [Elbląg Forest District Stegna Precinct forest stand description for 1.01.2017]. Gdynia–Gdańsk: Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych.
- Przybysz, J. (1997). Kormoran [Cormorant]. Świebodzin: Wyd. Lubuskiego Klubu Przyrodników.
- Statistica 10PL. (2013). Kraków: StatSoft Polska.
- Stempniewicz, L. (1997). Miejsce i rola kormorana w strukturze troficznej ekosystemu Zalewu Wiślanego [The position and role of the cormorant in the trophic structure of the Vistula Lagoon ecosystem]. W: L. Stempniewicz (red.), Ocena presji kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* na ichtiofaunę Zalewu Wiślanego [Assessment of cormorant pressure of *Phalacrocorax carbo sinensis* on ichthyofauna of the Vistula Lagoon]. Niepublikowany maszynopis, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Uniwersytet Gdański, Gdańsk
- Stępniewski, P. (2001). Ocena wpływu kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* na drzewostan w kolonii lęgowej w Kątach Rybackich [Assessment of the impact of the black cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* on the stand in the breeding colony at Kąty Rybackie]. Niepublikowany maszynopis, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców. Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Szramka, H. (2000). Skutki ochrony kormoranów w nadleśnictwie Elbląg [Effects of cormorant protection in the Elbląg Forest District]. Las Pol., 3, 12–13.
- Wójcik, R. (1995). Zagospodarowanie lasu w miejscu kolonii lęgowej kormoranów [Forest management in the cormorant breeding colony]. Las Pol., 3, 18–19.
- Zielski, A., Krąpiec, M. (2004). Dendrochronologia [Dendrochronology]. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.

**THE IMPACT OF BREEDING CORMORANT (*PHALACROCORAX CARBO* L.)  
COLONIES ON RADIAL INCREMENTS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.)  
IN THE KĄTY RYBACKIE NATURE RESERVE**

**ABSTRACT**

On the basis of dendrochronological analysis it was found that from the beginning of 2003, when the black cormorant breeding colony appeared on pines of the Baltic dune Scots pine woods in the Kąty Rybackie reserve, the yearly increment in annual tree-rings decreased markedly from year to year. The average reduction in radial growth in 30 trees, compared to the same number of pines of similar age growing outside the breeding colony, reached 57.3% in the period 2003–2013. The tree-ring width decreases were caused by the direct impact of birds nesting on tree crowns and by the indirect influence through the impact of cormorant droppings fertilising the soil on the processes of pine growth and development. Using the non-parametric Mann-Whitney U test it was shown that compared to the control trees the decrease in the increment of pines with nesting cormorants was highly significant at  $p = 0.0002$ .

**Keywords:** dendrochronology, cormorants, tree-ring widths, Scots pine