

ZAKŁAD RYBACTWA JEZIOROWEGO

ROZPRAWA DOKTORSKA

Odżywianie się kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) w trzech koloniach lęgowych na tle prowadzonej gospodarki rybackiej

mgr inż. Piotr Traczuk

Promotor:

prof. dr hab. Mirosław Szczepkowski

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza – PIB

Promotor pomocniczy:

dr inż. Andrzej Kapusta

Zakład Ichtiologii, Hydrobiologii i Ekologii Wód

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza – PIB

DEPARTMENT OF LAKE FISHERIES

DOCTORAL DISSERTATION

**Great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*
(L.) feeding in three breeding colonies
in the context of commercial fishing**

Piotr Traczuk, MSc

Supervisor:

Prof. Mirosław Szczepkowski, PhD, DSc

Assistant supervisor:

Dr. Andrzej Kapusta

**Rodzinie bardzo dziękuję,
bo dzięki niej robię to, co lubię.**

Składam serdeczne podziękowania

Panu **prof. dr. hab. inż. Mirosławowi Szczepkowskiemu** za pomoc w czasie wykonywania pracy;

Panu **dr. inż. Andrzejowi Kapuście** za pomoc w rozwiązywaniu wielu problemów metodycznych i merytorycznych, wsparcie oraz cenne uwagi;

Koleżankom i kolegom, z którymi pracuję i współpracuję za pomoc w pracach terenowych i laboratoryjnych oraz krytyczne uwagi;

Pani **Jarmile Grzegorzcyk** i Panu **Henrykowi Chmielewskiemu** dziękuję za pomoc przy składaniu rozprawy i korektę edytorską.

Spis treści

Streszczenie	6
English summary	7
1. Wstęp	8
1.1. Ekologia i zasięg występowania kormorana.....	8
1.2. Wpływ kormorana na ekosystemy wodne.....	10
1.3. Badania presji pokarmowej kormorana	11
1.4. Cel i zakres pracy	13
2. Materiał i metody	15
2.1. Teren badań	15
2.2. Pobór prób	16
2.3. Analizy biologiczne.....	18
2.4. Analiza gospodarki rybackiej.....	19
2.5. Analizy statystyczne.....	20
3. Wyniki	21
3.1. Skład gatunkowy ryb w diecie kormorana	21
3.2. Frekwencja gatunków ryb w próbach.....	21
3.3. Sezonowa dynamika diety kormorana	22
3.4. Struktura gatunkowa ryb wykrztuszonych w diecie kormorana	23
3.5. Wielkość ryb wykrztuszonych.....	24
3.6. Charakterystyka połowów komercyjnych	27
3.7. Porównanie presji połowowej na ryby.....	28
4. Dyskusja	31
4.1. Struktura gatunkowa ryb	31
4.2. Sezonowa dynamika diety kormorana	32
4.3. Struktura wielkościowa ryb-ofiar kormorana	34
4.4. Porównanie struktury połowów kormorana i rybackich	35
4.5. Podsumowanie i wnioski	39
5. Literatura	41
6. Załączniki	54
6.1. Spis tabel	54
6.2. Spis rysunków	55
6.3. Tabele.....	57
6.4. Rysunki	64

Streszczenie

Kormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) jest dużym ptakiem powiązaniem ze środowiskiem wodno-lądowym. Z niewielkiej populacji zasiedlającej niektóre tereny stał się liczny i powszechnie występującym gatunkiem w całej Europie. W poszukiwaniu pokarmu kormoran może odbywać przeloty z miejsca swojego pobytu do akwenów oddalonych do około 30 km, a podczas nurkowania aktywnie poszukuje zdobyczy nawet na znacznej głębokości. Drapieżnik ten, odżywia się niemal wyłącznie rybami. W skład diety kormoranów wchodzi kilkadziesiąt gatunków ryb.

Celem pracy było określenie struktury gatunkowej i wielkościowej ryb-ofiar kormorana w trzech koloniach lęgowych i porównanie jej do struktury połowów komercyjnych ryb w wybranych gospodarstwach rybackich.

W latach 2008-2011 w każdej kolonii lęgowej kormorana na jeziorach Dobskie, Warnoły i Marąg, w przeciągu dwóch kolejnych lat liczone gniazda kormoranów oraz zbierano materiał badawczy w postaci ryb wykrztuszonych. W tym samym okresie pozyskano dane z Gospodarstw Rybackich: Giżycko, Śniardwy i Bogaczevo na temat połowów komercyjnych w eksploatowanych jeziorach. Na podstawie zebranych w koloniach kormorana materiałów określono skład gatunkowy oraz długość ciała ryb-ofiar kormorana i porównano wyniki ze strukturą odłowów komercyjnych w ww. gospodarstwach rybackich.

W badanych koloniach lęgowych kormorana w skład diety kormorana wchodziły łącznie 24 gatunki ryb. W poszczególnych koloniach liczba gatunków wahała się od 13 do 18. Wśród nich występowały ryby cenne gospodarczo i przyrodniczo, takie jak węgorz, sandacz, szczupak, miętus, sielawa, sieja oraz gatunki chronione (koza) i obce (karaś srebrzysty i karp). Najczęściej występującymi gatunkami były: płoć, okoń, leszcz, ukleja, szczupak i lin. Długość ciała ryb-ofiar kormorana wahała się w zakresie od 3,7 do 71,2 cm. Pod względem liczebności wśród ofiar kormorana dominowały płoć i okoń, natomiast pod względem biomasy – płoć i leszcz. Dieta kormorana w każdej kolonii była podobna w obu latach badań. W połowach gospodarczych dominującymi gatunkami w biomacie były: leszcz, szczupak oraz płoć i wzdręga. Struktura gatunkowa ryb w odłowach komercyjnych była podobna w obu latach badań. Presja połowowa kormorana i rybaków (połowy komercyjne) skoncentrowana była głównie na ośmiu gatunkach ryb. Były to: płoć i wzdręga, szczupak, lin, okoń, węgorz, sandacz i leszcz. Wykazano istotne statystycznie różnice w diecie kormoranów pomiędzy poszczególnymi koloniami lęgowymi oraz w strukturze połowów komercyjnych pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami rybackimi. Pomimo zróżnicowanej liczebności gniazdujących kormoranów oraz czasu ich żerowania, biomasa złowionych przez kormorany ryb była podobna lub wyższa niż biomasa połowów komercyjnych w danym roku.

Przeprowadzone badania diety kormorana oraz analiza struktury połowów komercyjnych wskazują, że główne ofiary kormorana, czyli ryby niewielkich rozmiarów, licznie i powszechnie występują w jeziorach Polski. Pytanie czy drapieżnictwo kormorana będzie w znaczący sposób wpływać na gospodarowanie rybackie oraz połowy wędkarskie, wymaga dodatkowych, rozszerzonych badań.

Słowa kluczowe: kormoran, ryby wykrztuszone, ichtiofauna, gospodarka rybacka, połowy komercyjne

English summary

The cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) is a large bird associated with aquatic and terrestrial environments. From small populations inhabiting some areas, it has become a numerous and common species throughout Europe. The cormorant can fly from its colony in search of food to waters up to about 30 km away, and during diving it actively searches for prey even at considerable depths. This predator feeds almost exclusively on fish. The cormorant diet includes several dozen fish species. The aim of the study was to determine the species and size structure of cormorant prey fish in three breeding colonies and to compare these to the structure of commercial fish catches in selected fish farms. In 2008–2011, cormorant nests were counted in each cormorant breeding colony and regurgitated fishes were collected on lakes Dobskie, Warnoły, and Marąg over two consecutive years. In the same periods, data on commercial fishing in these lakes was obtained from the Giżycko, Śniardwy, and Bogaczevo fishing companies. Based on the materials collected from the cormorant colonies, the species composition and body length of cormorant prey fish were determined and compared with the structure of commercial catches in these fishing companies. A total of 24 fish species were identified in the cormorant diet. In individual colonies, the number of species ranged from 13 to 18. Among them were fish of economic and natural value, such as eel, pike-perch, pike, burbot, vendace, and whitefish, as well as a protected species (spined loach) and non-indigenous species (silver crucian carp and carp). The most common species were roach, perch, bream, bleak, pike, and tench. The body length of cormorant fish prey ranged from 3.7 to 71.2 cm. In terms of numbers, roach and perch dominated cormorant prey, while roach and bream dominated in terms of biomass. The cormorant diet in each colony was similar in both years of the study. In commercial catches, the dominant species in biomass were bream, pike, roach, and rudd. The species structure of fish in commercial catches was similar in both years of the study. Fishing pressure from cormorants and commercial catches focused mainly on eight fish species: roach, rudd, pike, tench, perch, eel, pike-perch, and bream. Statistically significant differences in the cormorant diet were found among the three breeding colonies and in the structure of commercial catches among fishing companies. Despite the different numbers of nesting cormorants and their feeding time, the biomass of fish caught by cormorants was similar to or higher than the biomass of commercial catches in given years. This study on the cormorant diet and the analysis of the structure of commercial catches indicated that the main cormorant food, which was small-sized fish, was abundant and common in Polish lakes. The question of whether cormorant predation significantly affects commercial fisheries and angling requires more extensive research.

Keywords: cormorant, regurgitated fish, ichthyofauna, fisheries management, commercial fishing

1. Wstęp

1.1. Ekologia i zasięg występowania kormorana

Kormoran (*Phalacrocorax carbo* L.) jest dużym ptakiem powiązany ze środowiskiem wodno-lądowym. Na terenie Europy występują dwa podgatunki kormorana: *Phalacrocorax carbo carbo* – występujący głównie na wybrzeżu Oceanu Atlantyckiego i Morza Północnego oraz nieco mniejszy *Phalacrocorax carbo sinensis* (Staunton, 1796), który zasiedla zarówno strefę przymorską, jak i tereny śródlądowe Europy (Beike 2014). Pod względem liczebności, wielokrotnie liczniejszy jest podgatunek *P. carbo sinensis* (Bregnballe i in. 2014). Kormoran jest ptakiem migrującym (Svensson 2017, Bobrek i in. 2018) i może odbywać wędrówki na odległość ponad 1000 km, zarówno w drodze na tereny lęgowe, jak i na zimowiska (Frederiksen i in. 2018, Nilsson 2020, Fraissinet i in. 2022). Ptaki do rozrodu przystępują najczęściej w czwartym, a niekiedy w trzecim kalendarzowym roku życia (del Hoyo i in. 1992, Przybysz 1997, Bzoma 2004, Kruszewicz 2021). Miejsca lęgowe usytuowane są przeważnie na terenie wysp lub w strefie brzegowej akwenów (Przybysz 1997, Traczuk 2013, Jakubas i Bzoma 2015, Kempter i in. 2017), a gniazda budowane są najczęściej w koronach drzew, niekiedy na niewielkich krzewach, a sporadycznie bezpośrednio na ziemi. Kolonie lęgowe mogą być niewielkie, liczące kilka-kilkanaście gniazd, poprzez kolonie dochodzące do kilkuset gniazd (Carss i Marzano 2005, Bzoma 2011, Krzywosz i Traczuk 2013, Bregnballe i in. 2014), aż po takie, w których gniazdowało około 9-12 tys. par kormoranów (Buczma i in. 2011, Hermann i in. 2018, Van Eerden 2021). Dorosłe osobniki przystępujące do rozrodu związane są w tym okresie z kolonią lęgową i dopiero po usamodzielnieniu się piskląt, mogą przenieść się w inne, nawet odległe rejony kraju lub kontynentu. Natomiast osobniki niegniazdujące i młodoctwane mogą dowolnie przemieszczać się w okresie całego roku, a do odpoczynku wykorzystują nadbrzeżne drzewa w pobliżu akwenów wodnych. Kormoran odżywia się niemal wyłącznie rybami, ale badania przeprowadzone przez Seefelt i Gillingham (2006) oraz Gaye-Siessegger (2014) wykazały, że raki (np. *Faxonius limosus*) mogą być również składnikiem jego pokarmu. Kormorany polują nurkując, w czym sprzyja im nasiąkliwość piór wodą (Grémillet 1997, Przybysz 1997). Ryby chwytane są głównie w płytkich wodach o głębokości poniżej 20 m, ale w zależności od rozmieszczenia pionowego ryb-ofiar mogą polować w całym słupie wody. Nurkują i ścigają ryby pod wodą wykorzystując kilka zmysłów (Larsen i in. 2020). Małe ryby połykają pod wodą, a większe wynoszą na powierzchnię w celu połknięcia. Mogą żerować samotnie lub w stadach, a czasem podążać za łodziami rybackimi, zabierając odrzuty ryb lub chwytając zdobycz zdezorientowaną przez prąd łodzi. W poszukiwaniu pokarmu kormorany mogą odbywać przeloty z miejsca swojego pobytu do akwenów oddalonych o 5-25 km (Paillisson i in. 2004, Van Eerden i in. 2012), a nawet 30-50 km (Boldreghini i in. 1997, Przybysz 1997). W trakcie poszukiwania ofiar mogą nurkować do głębokości 32 metrów (Grémillet i in. 1999).

Do połowy dwudziestego wieku kormorany były nielicznymi ptakami, występującymi tylko na niektórych terenach Europy, a większość terenów lęgowych znajdowała się w pobliżu europejskich wybrzeży. Znaczący wzrost liczebności kormoranów nastąpił

w ostatnich dekadach ubiegłego wieku, najpierw w krajach Europy Zachodniej, a nieco później Centralnej (Przybysz 1997). W 1992 roku szacowano, że w Europie gniazdowało co najmniej 105 tys. par kormoranów, a w 2006 roku w monitorowanych krajach Europy zanotowano 517 kolonii lęgowych, w których było około 166 tysięcy gniazd (Cowx 2003), co oznacza, że szacowana populacja lęgowa przekraczała wówczas 330 tys. dorosłych osobników. W 2012 roku odnotowano około 371 tys. par kormoranów (Bregnballe i in. 2014). W 2015 roku populacja lęgowa kormorana w Europie szacowana była na 803 tys. do 1,2 mln dojrzałych osobników (BirdLife International 2024). Podgatunek „kontynentalny” (*P. c. sinensis*) obejmuje ponad 80% europejskiej populacji lęgowej, a jego liczebność i rozmieszczenie geograficzne dramatycznie wzrosły w ostatnich dziesięcioleciach (BirdLife International 2004, Carss 2022). W konsekwencji, kormorany mogą żerować i/lub gniazdować na terenach dotychczas niezasiedlanych. W przeciwieństwie do *P. c. sinensis*, liczebność drugiego podgatunku kormorana *P. c. carbo* wzrosła tylko nieznacznie w latach 1980-2002 z 63 tys. par lęgowych do 82 tys. par (Kohl 2008, Piwernetz 2008, Steffens 2011), zaś w roku 2012 obniżyła się do ok. 42,5 tys. par lęgowych (Bregnballe i in. 2014). Rosnące liczbowo populacje kormorana są wynikiem złożonych procesów, które nie są w pełni zrozumiałe (Ovegård i in. 2021). Kormorany były i są postrzegane jako konkurenci dla rybactwa, co doprowadziło do ich prześladowania przez ludzi. Ponadto na początku lat 70. zostały poważnie dotknięte skażeniem środowiska, co zmniejszyło ich liczebność (Dirksen i in. 1995b). Późniejsza redukcja zanieczyszczeń, ograniczenia stosowania niektórych środków chemicznych takich jak DDT (dichlorodifenylotrichloroetan) (Beike 2014), ochrona gatunkowa i zdolność ptaków do przystosowania się do antropogenicznych zmian środowiskowych, ułatwiły zaskakujące odrodzenie populacji.

W Polsce w okresie przedwojennym kormorany były nieliczne i zajmowały prawdopodobnie 3-4 kolonie lęgowe, w których gniazdowało łącznie około 150 par ptaków (Przybysz 1997). Natomiast bezpośrednio po II wojnie światowej liczebność kormoranów na terenie kraju znacznie wzrosła, co związane było głównie ze zmianą granic państwowych i włączeniem do Polski terenów Warmii, Mazur i Pomorza Zachodniego. Do 1977 roku wszystkie kolonie lęgowe kormorana znajdowały się na Pomorzu Zachodnim i Mazurach. W 1959 roku populacja lęgowa liczyła około 1800 par, w 1980 roku – około 5000 par, a w 1992 roku stwierdzono 8260 par lęgowych kormorana (Przybysz 1997). Brak jest informacji z kolejnych lat lub dotyczą one tylko wybranych kolonii lęgowych (Mellin i in. 1997). W 2006 roku stwierdzono 25795 par kormoranów w 53 koloniach lęgowych, a następane liczenie wykonane w 2010 wykazało 27108 par kormorana w 60 koloniach (Bzoma 2011). Kolejną inwentaryzację populacji lęgowej kormoranów wraz z opisem miejsc lęgowych wykonano w 2013 roku i zanotowano wówczas ponad 28 tysięcy par (Bzoma i in. 2013, Krzywosz i Traczuk 2013). W kolejnych latach (2014-2022) populacja lęgowa kormoranów utrzymywała się na wysokim, względnie stabilnym poziomie, rzędu 26-30 tysięcy par (Chodkiewicz i in. 2020, 2022). Jednakże, pomimo dość wyrównanej liczebności ptaków gniazdujących, zwiększyła się wyraźnie liczba kolonii lęgowych kormorana, w roku 2013 odnotowano 52 (Krzywosz i Traczuk 2013), zaś w 2021 roku 74 kolonie (Chodkiewicz i in. 2022).

W północno-wschodniej Polsce liczebność populacji kormorana podlegała znaczącym zmianom w ostatnich 35 latach. W 1986 roku w ośmiu koloniach gniazdowało 1258 par kormoranów, zaś w 1992 roku liczebność wzrosła do 2392 par, zasiedlających 15 kolonii lęgowych (Przybysz 1997). W latach 2005-2015 odnotowano 5290-6446 par kormoranów zasiedlających 21-24 kolonie (Traczuk i in. 2016). Dane z monitoringu ptaków prowadzonego w ostatnich latach, wskazują na zbliżoną liczebność gniazdujących kormoranów, zmieniają się natomiast ich miejsca lęgowe (Chodkiewicz i in. 2020, 2022).

Kolonie lęgowe kormorana w północno-wschodniej Polsce reprezentują skrajnie różny „czas ich funkcjonowania”, np. kolonia lęgowa na jeziorze Marąg istniała już w 1823 roku (Tischler 1941), ale prawdopodobnie nie było ciągłości gniazdowania kormoranów. Lęgowski na wyspie Jeziora Dobskiego funkcjonuje od czasu zakończenia II wojny światowej (Przybysz 1997). Spośród analizowanych w tej pracy kolonii lęgowych, najmłodsza znajduje się na wyspie jeziora Warnoły. Kormorany osiedliły się tam prawdopodobnie około 2000 roku (T. Krzywosz informacje ustne). Tak zróżnicowany „wiek kolonii”, wraz ze znaczną liczebnością gniazd, może być interesującym materiałem porównawczym diety kormorana oraz obrazem degradacji drzewostanu (Przybysz 1997).

1.2. Wpływ kormorana na ekosystemy wodne

Ogólnego przeglądu literatury dotyczącej wpływu kormorana na ekosystemy wodne dokonali Klimaszyk i Rzymiski (2016). Autorzy stwierdzili, że obecność i aktywność kormoranów ma złożony negatywny wpływ na ekosystemy wodne. W jeziorach podlegających wpływowi kolonii kormoranów odnotowano wzrost przewodnictwa elektrolitycznego oraz zmniejszenie przezroczystości wody. Kolonia kormorana dostarczając do wód dużych ilości pierwiastków biogennych i substancji organicznych, przyczynia się do zwiększenia stężenia azotu, fosforu, potasu i rozpuszczonego węgla organicznego w wodzie. W konsekwencji powoduje to lokalne lub globalne zmiany w strukturze taksonomicznej glonów i makrofitów w kierunku gatunków charakterystycznych dla wód bardziej zeutrofizowanych (Klimaszyk i Rzymiski 2016). Bardzo wysoki udział sinic w biomacie fitoplanktonu, występujący w pobliżu miejsc gniazdowania kormorana (Gwiazda i in. 2010, Napiórkowska-Krzebietke i in. 2021) oraz intensywne całoroczne zakwity nitkowatych sinic mogły być efektem aktywności pokarmowej kormorana (Van Eerden i in. 2012, Kalinowska i in. 2019). Badania przeprowadzone w eutroficznym jeziorze Warnoły wykazały, że kormorany mogą mieć znaczący wpływ na pogorszenie jakości wody nie tylko w pobliżu kolonii, ale także w wodach odległych o 1,6 km od miejsca ich gniazdowania i mogą przyczyniać się do szybszej eutrofizacji wód (Napiórkowska-Krzebietke i in. 2020, Kalinowska i in. 2024a). Podobnie, badania przeprowadzone w mniejszej kolonii w północno-zachodniej Polsce, potwierdziły negatywny wpływ (bezpośredni lub pośredni) kormoranów na ekosystemy wodne (Klimaszyk i Rzymiski 2013, Klimaszyk i in. 2014, 2015 a, 2015 b). W konsekwencji może oznaczać to przebudowę zespołów organizmów wodnych, w tym ryb, a także zmiany w strukturze i funkcjonowaniu sieci troficznej ekosystemów wodnych. Kormorany powodują również zmiany w liczebności, składzie gatunkowym oraz strukturze wielkościowej

i wiekowej ichtiofauny (Stempniewicz i in. 2003b, Skov i in. 2014, Traczuk i Kapusta 2017, Buttu i in. 2018, Jepsen i in. 2018, Dehnhard i in. 2021, Ovegård i in. 2021, Heikinheimo i in. 2022), co z kolei może mieć znaczący wpływ na niższe poziomy troficzne sieci pokarmowej ekosystemu wodnego. Stwierdzono również znaczący wpływ kormoranów na wzbogacenie w biogeny ekosystemów lądowych. Kormorany transportują pierwiastki biogenne z ekosystemów wodnych do lądowych, a substancje te docierają do małych ssaków poprzez efekt kaskadowy, tym samym wpływając na równowagę biogenów w ekosystemach lądowych (Balčiauskas i in. 2016).

1.3. Badania presji pokarmowej kormorana

Badania dotyczące diety kormorana prowadzone są od wielu lat, z wykorzystaniem różnych metod (Carss 1997, Barrett i in. 2007). Należą do nich: analiza wypluwek (Dirksen i in. 1995a, Keller 1995, Carss i Marquiss 1997, Marquiss i Carss 1997, Martyniak i in. 1997b, Grémillet i in. 1998, Gwiazda 2000, Engström 2001, Santoul i in. 2004, Wziątek i in. 2005, Liordos i Goutner 2007, Čech i in. 2008, 2010, Emmrich i Düttmann 2011, Dias i in. 2012, Boström i in. 2012a, Salmi i in. 2015, Magath i in. 2016, Buttu i in. 2018, Arlinghaus i in. 2021, Dehnhard i in. 2021, Belfethi i Moulaï 2022), badanie zawartości żołądków martwych kormoranów (Bur i in. 1997, Trauttmansdorff 1997, 2003, Stewart i in. 2005, Seefelt i Gillingham 2006, Fonteneau i in. 2009, Gaye-Siessegger 2014, Oehm i in. 2016, Traczuk i in. 2021, Harding i Mesler 2022), analiza ryb wykrztuszonych (Martyniak i in. 2003, Krzywosz i Traczuk 2009, Grémillet i in. 2012, Traczuk i Kapusta 2017), bezpośrednie obserwacje polujących kormoranów (Carss 1993, Doherty i McCarthy 1997, Grémillet i in. 1995, 2006, Kajtoch i in. 2017, Polensky i in. 2022). W badaniach stosowano też materiały łączone, np. wypluwki + ryby wykrztuszone lub żołądki kormoranów (Suter 1997, Derby i Lovvorn 1999, Russell i in. 2003, 2022, Rudstam i in. 2004, Johnson i in. 2010, Wziątek i in. 2010b, Winkler i in. 2012, Wziątek 2013). Wyniki badań z użyciem powyższych metod wykazały bardzo szerokie spektrum gatunkowe ryb w diecie kormorana. Klimaszyk i Rzymiski (2016), dokonując przeglądu literatury, odnotowali w diecie kormorana ponad 70 gatunków ryb. Zakres długości ciała ryb-ofiar kormorana wahał się od 3,5 cm (Oehm i in. 2016) do 68,7 cm (Sutter 1997). Skład diety tego rybożercy zależy od wielu czynników, między innymi od płci i wieku ptaka (Boström 2013), czasu i miejsca żerowania (Spurny i Guziur 2002, Čech i in. 2008, Čech i Vejřík 2011, Emmrich i Düttmann 2011, Boström 2013, Gagnon i in. 2015, Kempter i in. 2017), a także od stanu troficznego zbiorników wodnych, na których polują (Engström 2001, Emmrich i Düttmann 2011, Boström i in. 2012b, Grémillet i in. 2012, Klimaszyk i Rzymiski 2016, Van Eerden i in. 2022).

Kolejnym ważnym czynnikiem odnoszącym się do presji drapieżniczej na rybostan, jest dobowe zapotrzebowanie pokarmowe kormorana (DFI – Daily Food Intake). Analizowane jest ono za pomocą różnych metod, tj. opisanych wyżej, służących do określenia diety oraz innych stosowanych do oszacowania dawki pokarmowej, np. budżet energetyczny, ważenie ptaków (Carpentier i Marion 2003). Należy zaznaczyć, że metoda badania zawartości żołądków martwych kormoranów oraz analiza zawartości wypluwek pozwala tylko czę-

ściowo ustalić dzienne zapotrzebowanie pokarmowe. Z kolei ryby wykrztuszone ze względu na swoją specyfikę (brak możliwości przypisania ofiary do jednego ptaka) nie mogą być źródłem danych na temat dobowej dawki pokarmowej. Dane literaturowe wskazują, że dzienne zapotrzebowanie pokarmowe zawiera się w granicach od 251 do 1410 g (Carss 1997, Grémillet 1997, Grémillet i in. 2000). Z zastosowaniem metody określającej budżet czasowo-energetyczny, obliczono, że dzienne zapotrzebowanie pokarmowe kormorana zawierało się w przedziale 500-1350 g ryby (Grémillet i in. 2000). Autorzy podają, że wykorzystując technikę ważenia automatycznego uzyskano wyniki w zakresie 390-1410 g pokarmu, natomiast najniższe wartości DFI wynoszące 450-640 g ryb uzyskano stosując metodę pomiaru temperatury w żołądku.

Badanie drapieźniczej presji kormorana to równocześnie analiza struktury diety w odniesieniu do potencjalnych terenów żerowiskowych (Tverin i in. 2021, Onmus i in. 2024). Dane literaturowe wskazują, że większość kormoranów żeruje w pobliżu kolonii lęgowej lub noclegowej do 8-10 km (Musil i Janda 1997, Johansen i in. 2001), ale przyjmuje się, że zasięg żerowania ogranicza się do odległości 15-22 km ze względu na wzrastający wysiłek energetyczny związany z wędrówką na odległe żerowiska (Platteeuw i Van Eerden 1995, Goc i in. 1997, Engström 2001, Paillisson i in. 2004). Odległości jakie pokonują kormorany na żerowiska z kolonii lęgowych zależą także od płci, a wybór miejsc żerowania wpływa na skład pokarmu (Fijn i in. 2022).

Ze względu na to, że próby do badań diety kormorana łatwiej zebrać w większych koloniach lęgowych lub noclegowiskach, albo „celowość/atrakcyjność” takich badań sprzęga się z wielkością analizowanej populacji kormoranów – wiele publikacji dotyczy jedynie wybranych rejonów. W Polsce znaczna część badań diety kormoranów dotyczy wybrzeża Bałtyku, zwłaszcza kolonii lęgowej w Kątach Rybackich (Borowski i in. 1996, Traczuk 2001, Martyniak i in. 2003, Stempniewicz i in. 2003a, 2003b, Bzoma 2004, Goc i in. 2005, Wziątek 2011b). Zbiorniki wodne północno-wschodniej Polski były analizowane pod względem składu gatunkowego ofiar kormoranów (Martyniak i in. 1997a, 1997b, Mellin i in. 1997, Mellin i Krupa 1997, Wziątek i in. 2003, Krzywosz i in. 2009, Krzywosz i Traczuk 2009, 2010, Wziątek i in. 2011a, 2011c, Traczuk i in. 2018), wpływu na populacje wybranych gatunków ryb (Traczuk i Kapusta 2017, Traczuk i in. 2021). Analizowano również położenie i liczebność populacji lęgowych kormorana (Mellin i Mirowska-Ibron 1994, Krzywosz i Traczuk 2013) oraz wpływ na ekosystemy wodne i leśne (Gmitrzuk 2004). Oprócz wspomnianych powyżej publikacji, dostępne są też informacje o odżywianiu się kormoranów na zbiornikach zaporowych (Martyniak i in. 2007, Gwiazda i Amirowicz 2010, Wziątek i in. 2010b) oraz rzekach południowej Polski, zwłaszcza podgórskich (Gwiazda 2006, Wziątek 2012, Wziątek i Konieczny 2012).

Do niedawna klimat Polski był na tyle niekorzystny dla kormoranów, że w okresie zimowym praktycznie nie było tych ptaków. Od pewnego czasu, w ramach „Monitoringu Ptaków Zimujących”, prowadzonego w styczniu każdego roku, notowane są tysiące kormoranów. Liczebność populacji kormoranów zimujących znacząco wzrosła od około 12 tysięcy osobników w 2013 roku do ponad 35 tysięcy kormoranów w 2023 roku. Pomimo że kormorany zimujące nie były obiektem badań podczas przygotowywania tej pracy, to ich obecność i wpływ na rybostan powinny być brane pod uwagę w kontekście analizy diety kormorana.

Dotyczy to zwłaszcza wód podgórskich i/lub wód o charakterze „pstrągowym” (Szczerbowski 1993), w których ważne w ekosystemie tych rzek gatunki ryb takie jak pstrągi (*Salmo trutta*) i lipienie (*Thymallus thymallus*), w okresie jesienno-zimowym mają duże znaczenie w diecie kormorana (Carss i in. 1997, Suter 1997, Jepsen i in. 2018).

Dieta kormoranów na terenie Polski może różnić się w zależności od typu biotycznego zbiornika wodnego, na którym najczęściej żerują kormorany. Duże znaczenie ma również czas pobytu na danym terenie, co przekłada się na długość okresu potencjalnego polowania, ponieważ struktura ryb-ofiar w diecie kormorana może wykazywać zmiany sezonowe (Martyniak i in. 2003, Wziątek 2003, Gwiazda i Amirowicz 2010). Zagadnienie to wydaje się być uzasadnione, wynikające z odmiennej struktury ilościowej i jakościowej ichtiofauny w poszczególnych ekosystemach wodnych. Aczkolwiek dotychczasowe dane wskazują, że struktura ichtiofauny w większości zbiorników wodnych jest niedostatecznie opisana (Traczuk i in. 2023, Kalinowska i in. 2024a). Najczęściej stosowane analizy prób (wypluwki, zawartość żołądków kormoranów oraz ryby wykrztuszone) pozwalają na określenie struktury gatunkowej ryb-ofiar kormorana z kilku akwenów oraz wielkości tychże ofiar, jeśli pozyskano wystarczającą ilość materiału badawczego. Nieliczne są natomiast badania, w których określono, z jakich konkretnie zbiorników pochodzą ryby-ofiary kormorana. Prostsze w interpretacji miejsc żerowania jest badanie materiałów z terenów przymorskich. Oszacowanie składu ichtiofauny słonowodnej i śródlądowej w wyplawkach pochodzących z terenów łowieckich kormorana sugeruje typ akwenu z którego mogą pochodzić jego ofiary (Bzoma 2004). W przypadku badań ichtiofauny wód śródlądowych wyraźnie widoczne mogą być różnice pomiędzy jeziorami i rzekami, czy to przekłada się na potencjalne sprzężenie ze strukturą gatunkową ryb-ofiar kormorana, już nie jest tak proste do sprawdzenia. W tym kontekście pojawia się pytanie, czy potrafimy określić drapieżniczą presję kormorana na rybostan w konkretnych rejonach, a jednocześnie odnieść się do lokalizacji kolonii lęgowych kormorana oraz specyfiki poszczególnych wód, na których te ptaki mogą polować.

1.4. Cel i zakres pracy

W powyższym kontekście, ogólnym celem niniejszej pracy była charakterystyka odżywiania się kormoranów w trzech koloniach lęgowych, zlokalizowanych na wyspach jezior: Dobskie, Marąg i Warnoły. W szczególności badania miały na celu ocenę preferencji pokarmowych kormoranów pod względem składu gatunkowego ryb-ofiar, określonych metodą analizy ryb wykrztuszonych. W celu określenia współużytkowania zasobów ryb i/lub potencjalnych konfliktów „kormoran/rybacy”, przeanalizowano czy kormorany i rybacy koncentrują się na tych samych gatunkach ryb. Dokonano tego porównując skład diety kormoranów z rybackimi odłowami komercyjnymi w analizowanych jeziorach. W ramach niniejszej pracy doktorskiej sformułowano trzy hipotezy, które powinny przyczynić się do realizacji ogólnego celu badawczego.

Hipotezy badawcze:

1. Skład diety kormoranów w dwuletnim okresie jest podobny w konkretnej kolonii lęgowej, ale różni się pomiędzy poszczególnymi koloniami.
2. Struktura gatunkowa połowów komercyjnych w dwuletnim okresie jest podobna w konkretnym gospodarstwie rybackim, ale różni się pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami rybackimi.
3. Nakładanie się nisz żerujących kormoranów i komercyjnej gospodarki rybackiej, ze względu na podobne gatunki docelowe w jeziorach, w zasięgu kolonii lęgowych kormoranów może być źródłem konfliktów między tymi grupami.

2. Materiał i metody

2.1. Teren badań

Obszar objęty badaniami mieści się w północno-wschodniej Polsce, w regionie Pojezierze Mazurskie (Solon i in. 2018). Stałym elementem krajobrazu młodoglacjalnego tego regionu są jeziora o różnym stopniu trofii. Większość jezior Pojezierza Mazurskiego wykazuje cechy zbiorników zeutrofizowanych (Zdanowski i Hutorowicz 1994). Obszar ten położony jest w dorzeczach Pregoty, Wisły i rzek uchodzących do Zalewu Wiślanego. Główne rzeki tego obszaru, tj.: Łyna, Pastępka, Węgorapa i Pisa, oferują mozaikę siedlisk charakterystycznych dla rzek w systemie rzeczno-jeziornym pojezierzy. Stawy hodowlane występują na niewielkim obszarze, a częściej spotykane są małe zbiorniki wodne użytkowane rekreacyjnie i do hodowli ryb. Najczęstszym gatunkiem hodowanym jest karp (*Cyprinus carpio*), któremu towarzyszą lin (*Tinca tinca*), szczupak (*Esox lucius*) oraz naturalnie występujące na obszarze Chin ryby karpiokształtne tj. amur biały (*Ctenopharyngodon idella*) i tołpygi (*Hypophthalmichthys* spp.), itp. W jeziorach i rzekach odnotowano występowanie 43 gatunków ryb (Kapusta i in. 2020), a typowymi rybami drapieżnymi ze szczytu piramidy troficznej są szczupak, sandacz (*Sander lucioperca*) i okoń (*Perca fluviatilis*). Powszechnie występującymi gatunkami są płoć (*Rutilus rutilus*), okoń, leszcz (*Abramis brama*), ukleja (*Alburnus alburnus*) i krąp (*Blicca bjoerkna*). Jeziora regionu są tradycyjnie wykorzystywane przez rybołówstwo komercyjne i rekreacyjne (Kapusta i in. 2020). Połowy komercyjne ryb nie są uregulowane, ponieważ nie istnieją kwoty dla śródlądowego rybołówstwa komercyjnego, a jedynie dzienne limity ilościowe dla wędkarzy, które nie ograniczają całkowitego rocznego odłowu. W większości wód prowadzone są zarybienia, chociaż ich efekty nie są dokładnie poznane.

Kormoran jest stałym elementem fauny badanego obszaru. Gnieździ się na tym terenie w kilkunastu koloniach, mniejszych w porównaniu do kolonii zlokalizowanych w pasie pobraża Bałtyku, ale gęściej rozmieszczonych (Chylarecki i in. 2018). Materiał do badań zbierano w trzech koloniach usytuowanych na wyspach śródzielnicznych. Wszystkie jeziora użytkowane są rybacko przez gospodarstwa rybackie. Opis cech morfometrycznych jezior użytkowanych przez gospodarstwa rybackie oparto głównie na danych zamieszczonych w „Atlasie jezior Polski” (Jańczak 1999). W wodach użytkowanych przez Gospodarstwo Rybackie w Giżycku jest jedna kolonia lęgowa kormorana, usytuowana na Jeziorze Dobskim. W Gospodarstwie Rybackim Śniardwy jedyna kolonia lęgowa kormorana znajduje się na wyspie jeziora Warnoły. Natomiast w wodach użytkowanych rybacko przez Zakład Rybacki Bogaczewo kolonie lęgowe kormorana znajdują się na wyspach dwóch jezior: Marąg i Jańskowskie. W toku prowadzonych badań, materiały zbierano tylko w kolonii lęgowej kormorana na jeziorze Marąg, ponieważ kolonia ta zapewniała dostateczną liczbę prób, zbieranych regularnie w określonym przedziale czasowym.

Jezioro Dobskie ma powierzchnię 1776 ha i jest zbiornikiem dimiktycznym, stratyfikowanym. W obrębie jeziora znajduje się kilka wysp, z położoną w części centralnej wyspą

Wysoki Ostrów, zwaną też Wyspą Kormoranów, stanowiącą miejsce lęgowe ptaków wodnych, głównie kormoranów i czapli siwej (*Ardea cinerea*).

Jeziro Dobskie stanowi rezerwat faunistyczno-krajobrazowy utworzony w 1976 roku. Kolonia lęgowa kormorana na tym jeziorze powstała prawdopodobnie w pierwszym dwudziestolecu XX wieku, ale dokładniejsze informacje na jej temat pochodzą z lat powojennych (Puchalski 1954).

Jeziro Warnoły ma powierzchnię 337,8 ha i stanowi zatokę jeziora Śniardwy, z którym łączy się przesmykiem obficie porośniętym roślinnością wodną. Jeziro Warnoły jest zbiornikiem polimiktycznym, silnie zeutrofizowanym (Napiórkowska-Krzebietke i in. 2021, Kalinowska i in. 2019, 2024a). Na jedynej wyspie jeziora usytuowana jest najliczniejsza w północno-wschodniej Polsce kolonia kormorana (Krzywosz i Traczuk 2013). Jeziro stanowi rezerwat florystyczny i faunistyczny. Kolonia lęgowa kormoranów na jeziorze Warnoły powstała prawdopodobnie na początku XXI wieku (T. Krzywosz informacje ustne oraz obserwacje własne od 2005 roku).

Jeziro Marąg ma powierzchnię 393 ha i jest stratyfikowanym jeziorem rynnowym o typie dimiktycznym. W południowej części jeziora znajdują się cztery wyspy, a na największej z nich, Wyspie Lipowej, znajduje się kolonia lęgowa kormorana i czapli. Na tej wyspie utworzono w 1968 roku rezerwat krajobrazowy i faunistyczny. Dane literaturowe wskazują, że kolonia lęgowa na jeziorze Marąg istniała już na początku XIX wieku (Tischler 1941). Przez pewien czas była opuszczona, a ponownie została zasiedlona w połowie XX wieku.

Rozmieszczenie jezior oraz wzajemne usytuowanie gospodarstw rybackich zostało przedstawione na rysunku (rys. 1). Dane literaturowe wskazują, że znaczna część kormoranów żeruje w pobliżu kolonii, w której przebywa (Platteeuw i van Eerden 1995, Goc i in. 1997, Musil i Janda 1997, Engström 2001, Johansen i in. 2001, Paillisson i in. 2004). Dlatego przyjęto, że dystans (promień 20 km od lokalizacji kolonii lęgowej) jest wystarczający by uznać, że kormorany z analizowanych kolonii nie polowały na tych samych wodach (rys. 1). Pomimo, że w okolicy badanych kolonii lęgowych (Dobskie, Warnoły i Marąg) znajdują się inne kolonie lęgowe kormorana, to ze względu na znikomą ilość znajdowanych tam próbek (obserwacje własne) nie były one rozpatrywane jako teren badań w niniejszej pracy.

Analizowane w tej pracy gospodarstwa rybackie, od wielu lat użytkują rybacko kompleksy wodne liczące od kilku do kilkunastu jezior o zróżnicowanej morfometrii (tab. 1). Omawiane gospodarstwa rybackie oraz wody, na których gospodarują, można uznać za reprezentatywne dla dotychczasowej jeziorowej gospodarki rybackiej. Połowy gospodarcze ryb prowadzone były za pomocą typowego sprzętu rybackiego, najczęściej w okresie od początku wiosny do końca jesieni. Tylko w kilku przypadkach odnotowano połowy zimowe, prowadzone na lodzie. Intensywność połowów oraz specyfikacja używanych narzędzi połowowych nie były analizowane w tej pracy.

2.2. Pobór prób

Kormorany do Polski przylatują najczęściej w miesiącach luty-marzec, niekiedy w kwietniu (Graszka-Petrykowski 2004, Buczma 2011, Bzoma 2011), a odlatują w okresie sier-

pień-listopad (Graszka-Petrykowski 2004). Próby do analiz pokarmu kormoranów zbierano w latach 2008-2011, najczęściej w cyklu tygodniowym, w okresie od zejścia pokrywy lodowej z jezior do końca przebywania ptaków w koloniach lęgowych. Na Jeziorze Dobskim badania prowadzono w roku 2008 (w okresie od 28 marca do 5 września) i 2009 (od 10 kwietnia do 28 sierpnia). Na jeziorze Warnoły materiał pobierano w 2009 r. (od 9 kwietnia do 27 sierpnia) oraz w 2010 r. (od 22 kwietnia do 13 października). Natomiast na jeziorze Marąg próby pobierano w 2010 r. (w okresie od 28 kwietnia do 23 lipca) i w 2011 r. (od 15 kwietnia do 12 sierpnia). Podczas ostatnich w danym sezonie wyjazdów do kolonii lęgowej, pomimo obecności w niej kormoranów, nie udało się znaleźć ryb wykrztuszonych, wobec czego nie kontynuowano badań.

W każdym roku objętym badaniami liczono gniazda na terenie kolonii lęgowej. Liczenie gniazd przeprowadzano najczęściej w maju, niekiedy na początku czerwca. Termin liczenia gniazd dostosowano do okresu lęgowego, gdy gniazda zostały już wybudowane i zasiedlone przez kormorany, a jednocześnie rozwijające się liście drzew nie ograniczały widoczności. Dane dotyczące liczebności gniazdujących kormoranów wykorzystano do oszacowania wielkości danej kolonii lęgowej i analizy jej dziennego oraz sezonowego zapotrzebowania pokarmowego.

Materiał badawczy stanowiły ryby wykrztuszone przez kormorany. Były to ryby, które zostały schwytane przez kormorana i w przewodzie pokarmowym przyniesione na teren kolonii lęgowej. Następnie, z różnych przyczyn zostały utracone, spadając na ziemię w pobliżu gniazda. Wykrztuszonych ryb poszukiwano na terenie całej kolonii lęgowej, ale zbierano i analizowano tylko ryby wyraźnie świeże, tj. z dnia bieżącego lub prawdopodobnie z dnia poprzedniego (Martyniak i in. 2003). Ryby zbierano wyłącznie z powierzchni gruntu, a nie podejmowano ryb, które wpadły do wody. Zbieranie wyłącznie świeżych ryb wykrztuszonych i tylko z ziemi, miało na celu przyporządkowanie ryb do konkretnego terminu zbioru prób, umożliwiając porównanie struktury gatunkowej ryb-ofiar w skali całego sezonu badawczego.

W trakcie badań diety kormorana trzech kolonii lęgowych przeprowadzono łącznie 117 wyjazdów. Ryby wykrztuszone zebrano w trakcie 99 wyjazdów. W trakcie pozostałych 18 wyjazdów, które miały miejsce pod koniec okresu przebywania kormoranów, nie znaleziono żadnych ryb wykrztuszonych. Na podstawie zebranych materiałów opracowana została struktura diety kormoranów. Najwięcej wyjazdów terenowych przeprowadzono w 2008 roku do kolonii lęgowej kormoranów na Jeziorze Dobskim, a łącznie w ciągu dwóch lat najwięcej wyjazdów było na jezioro Warnoły (tab. 2).

Próby były zróżnicowane pod względem liczby znalezionych ryb wykrztuszonych, zarówno w poszczególnych latach, jak i koloniach lęgowych kormorana (tab. 3). W każdym roku badań i każdej kolonii lęgowej występowały próby bardzo liczne, jak i próby zawierające pojedyncze ryby. Na terenie badanych kolonii lęgowych kormorana zebrano łącznie 15006 ryb wykrztuszonych. Największa liczba ryb wykrztuszonych pochodziła z kolonii na jeziorze Warnoły (6739), nieznacznie mniejsza z kolonii na Jeziorze Dobskim (5992), zaś najmniejsza z kolonii na jeziorze Marąg (2275).

2.3. Analizy biologiczne

Zebrane ryby wykrztuszone oznaczano do gatunku (Brylińska 2000), a następnie mierzono długość ciała (SL) z dokładnością do 1 mm. W przypadku osobników w znacznym stopniu uszkodzonych i niekompletnych (np. brakujące ogonowe odcinki kręgosłupa i trzonu ogonowego) oszacowano długość ciała ryb bezpośrednio w terenie, tuż po zebraniu materiału. W badaniach nie uwzględniano ryb, których tkanka mięśniowa była zupełnie strawiona i nie pozwalała na rozpoznanie gatunku i oszacowanie długości ciała. Osobniki strawione były notowane sporadycznie i stanowiły mniej niż 0,5% liczby wszystkich znalezionych ryb.

Całkowitą długość ryby (TL) określono na podstawie zależności długości ciała (SL) do długości całkowitej (TL):

$$TL = a + bSL$$

Masę ciała ryby określono na podstawie wzorów zależności długości ciała do jej masy według Le Cren (1951):

$$W = a \times TL^n$$

gdzie:

W – masa ciała ryby (g),

TL – długość ciała ryby (cm),

a, n – współczynniki równania regresji

Średnie wartości współczynników równania regresji (a, n) zostały przyjęte według FishBase (Froese i Pauly 2023).

Analiza materiałów polegała na określeniu częstości występowania ofiar poszczególnych gatunków ryb w diecie kormoranów w każdej analizowanej kolonii. Częstość występowania, określoną terminem frekwencji gatunków, obliczono oddzielnie dla każdego roku badań. Frekwencję gatunków (FO) określono według wzoru (Ricker 1971):

$$FO (\%) = 100 \times Si \times St^{-1}$$

gdzie:

FO – frekwencja gatunku (%),

Si – liczba prób, w których wystąpił gatunek,

St – łączna liczba prób.

Na podstawie liczebności poszczególnych gatunków ryb wykrztuszonych zebranych w danej kolonii kormorana oraz roku badań, określono udziały gatunkowe ryb-ofiar w diecie kormorana. W oparciu o zależności długość ryby do masy ciała obliczono masę poszczególnych osobników ryb-ofiar oraz określono udział tych gatunków w biomacie ryb zjedzonych przez kormorana w koloniach lęgowych i latach badań.

Przy określaniu dziennego zapotrzebowania pokarmowego (DFI) kormorana stosowane są różne metody, co powoduje szeroki zakres uzyskanych wyników. Badania oparte na szacowaniu budżetu czasowo-energetycznego wskazują, że dzienna dawka pokarmowa (DFI) wynosić może 500-1350 g w zależności od płci i etapu sezonu lęgowego (Grémillet i in.

2000), a jednocześnie ten sam autor podaje, że (DFI) obliczane za pomocą ważenia automatycznego wynosi 390-1410 g. Badania prowadzone przez innych autorów wskazują, że dzienne zapotrzebowanie pokarmowe wynosi 100-751 g (Reichholf 1990, Dam i in. 1995, Feltham i Davies 1997, Keller i Visser 1999). W niniejszej pracy przyjęto, że wielkość dziennej dawki pokarmowej wynosi 400 g ryby na dobę na jednego dorosłego kormorana, niezależnie od pory roku. Przyjęty poziom mieści się w dolnym zakresie wartości związanych z zapotrzebowaniem pokarmowym kormorana, służącym do oszacowania prawdopodobnej, minimalnej presji kormorana na ryby.

Na podstawie terminów zbierania prób w koloniach lęgowych kormorana, ustalono okres żerowania tych ptaków. Obliczając biomasę zjedzonych ryb, zastosowano tylko liczbę dni wynikającą z okresu zbierania prób, pomijając czas, gdy kormorany przebywały w kolonii przed rozpoczęciem badań lub w okresie po zebraniu ostatniej próby. Obliczając biomasę zjedzonych przez kormorany ryb, zastosowano tylko liczbę dorosłych ptaków, wynikającą z pomnożenia liczby gniazd w kolonii przez 2, jako parę gniazdującą. Nie uwzględniano sukcesu lęgowego, czasu karmienia piskląt i/oraz samodzielnego żerowania ptaków młodocianych.

Określenie zapotrzebowania pokarmowego kormoranów w poszczególnych latach oraz koloniach lęgowych obliczono na podstawie wzoru:

$$W = (K \times T) \times DFI$$

gdzie:

W – masa ryb zjedzonych przez kormorany w kolonii lęgowej (kg),

K – liczba kormoranów (szt.),

T – czas żerowania (dzień),

DFI – dzienna dawka pokarmowa (przyjęto 0,4 kg/kormoran/dzień).

Biomasa zjedzonych przez kormorany ryb porównano z biomasą połowów komercyjnych w analizowanych gospodarstwach/zakładach rybackich i tych samych latach badań.

2.4. Analiza gospodarki rybackiej

Dane dotyczące rybackich połowów komercyjnych w latach 2006-2013 pozyskano z prowadzonej przez użytkowników rybackich (Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku, Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy i Zakładu Rybackiego Bogaczevo) dokumentacji rybackiej (księga gospodarcza). Układ księgi gospodarczej określony był rozporządzeniem (Dziennik Ustaw 2003 nr 180 poz. 1766). Księga gospodarcza zawiera informacje o poławianych rybach (gatunek/gatunki ryb i masa połowu) w rozbiciu na poszczególne sortymenty wielkościowe oraz miesiące połowu. W niniejszej pracy wykorzystano dane dotyczące masy złowionych ryb danego gatunku/gatunków w analizowanym roku badań, dla wybranych jezior oraz gospodarstwa rybackiego.

Analiza danych dotyczących gospodarki rybackiej dotyczyła struktury gatunkowej odławianych ryb w wybranych jeziorach użytkowanych przez gospodarstwa rybackie oraz wielkości odłowów komercyjnych. W oparciu o informacje dotyczące powierzchni jezior,

określono wydajność połowową, tj. biomasę ryb (kg) odłowioną podczas odłowów gospodarczych/komercyjnych na jednostkę powierzchni jezior (ha) w ciągu roku.

Obowiązujący wzór księgi gospodarczej, spowodował, że w zapisach odłowów, ryby z gatunków płoć i wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus*) traktowane są łącznie, co nie pozwoliło na analizę udziału poszczególnych gatunków ryb. W księgach gospodarczych nie jest prowadzona ewidencja rozmiarów poławianych ryb (długość ciała lub długość całkowita) co nie pozwala na porównanie tego parametru w odniesieniu do rozmiaru ofiar kormorana.

2.5. Analizy statystyczne

Analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc.). Do porównywania wyników używano średnie i odchylenia standardowe. Nieparametryczny test Kruskala-Wallisa dla prób niezależnych zastosowano do analizy istotności różnic w długości ciała ryb wykrztuszonych pomiędzy poszczególnymi koloniami lęgowymi i latami badań. Część wyników wyrażona w wartościach procentowych została transformowana przy użyciu funkcji arcsin pierwiastka kwadratowego zmiennej. Różnice w frekwencji występowania gatunków ryb w diecie kormorana pomiędzy latami w badanych jeziorach analizowano przy użyciu testu niezależności Chi-kwadrat Pearsona. Wyniki wszystkich analiz statystycznych uznawano za istotne przy poziomie $p \leq 0,05$. Analizę skupień wykonano metodą Warda w celu zobrazowania podobieństw i różnic w diecie kormorana i połowach rybackich pomiędzy poszczególnymi koloniami i gospodarstwami. Jako miarę odległości między skupieniami przyjęto odległość euklidesową.

3. Wyniki

3.1. Skład gatunkowy ryb w diecie kormorana

W badanych koloniach lęgowych kormorana, usytuowanych na trzech jeziorach, na podstawie analizy ryb wykrztuszonych, stwierdzono występowanie 24 gatunków ryb (tab. 4). Były to: węgorz (*Anguilla anguilla*), karp, karaś pospolity (*Carassius carassius*), amur biały, kiełb (*Gobio gobio*), lin, leszcz, krąp, certa (*Vimba vimba*), płoć, wzdręga, boleń (*Leuciscus aspius*), jaź (*Leuciscus idus*), ukleja, koza (*Cobitis taenia*), sum (*Silurus glanis*), szczupak, stynka (*Osmerus eperlanus*), sielawa (*Coregonus albula*), miętus (*Lota lota*), ciernik (*Gasterosteus aculeatus*), okoń, jazgarz (*Gymnocephalus cernua*) i sandacz. Wśród nich występowały gatunki cenne gospodarczo i przyrodniczo (węgorz, sandacz, szczupak, miętus, okoń, sielawa i sieja) oraz gatunki chronione (koza) i obce (karaś srebrzysty i karp).

Dwanaście ze wszystkich znalezionych gatunków ryb (50%) było wspólnych dla trzech kolonii. Dziesięć gatunków ryb (42%) stwierdzono w obu latach badań i we wszystkich koloniach. Były to: karaś pospolity, lin, leszcz, krąp, płoć, wzdręga, ukleja, szczupak, okoń i jazgarz. Wśród ryb wykrztuszonych, stwierdzono takie gatunki, które występowały wyłącznie w jednej kolonii lęgowej kormorana. Na Jeziorze Dobskim były to: amur biały, kiełb, koza i sielawa; na jeziorze Warnoły – certa, boleń i stynka, a na jeziorze Marąg – jaź i sum (tab. 4).

Spośród 5992 ryb wykrztuszonych znalezionych w kolonii na Jeziorze Dobskim zidentyfikowano 18 gatunków należących do 11 rodzin (tab. 4). Wśród 6739 ryb wykrztuszonych zebranych w kolonii lęgowej kormoranów na wyspie jeziora Warnoły zidentyfikowano 16 gatunków należących do 8 rodzin. Spośród 2275 ryb wykrztuszonych znalezionych w kolonii na jeziorze Marąg zidentyfikowano 17 gatunków należących do 9 rodzin. Najbogatszy skład gatunkowy zanotowano w kolonii na Jeziorze Dobskim, natomiast w pozostałych dwóch koloniach liczba zidentyfikowanych gatunków ryb była nieznacznie niższa. Wśród ryb wykrztuszonych najliczniej znalezionymi gatunkami były płoć (5829 osobników) oraz okoń (3949 osobników; tab. 5). Pozostałe gatunki ryb, charakteryzowały się znacznie niższą liczebnością, wahającą się od 1930 osobników (leszcz) do 1 osobnika (sum i jaź).

3.2. Frekwencja gatunków ryb w próbach

W badanych koloniach, w obu latach dieta kormoranów charakteryzowała się zróżnicowanym składem pod względem częstości występowania gatunków-ofiar (rys. 2). W kolonii lęgowej na Jeziorze Dobskim w 2008 roku w diecie kormorana najczęściej występującym gatunkiem była płoć, której frekwencja wynosiła 100% (rys. 2A). Nieznacznie niższą frekwencję miał okoń (90,5%) oraz ukleja i leszcz (po 85,7%). Sześć gatunków ryb (węgorz, sielawa, amur biały, kiełb, sandacz i koza) miało frekwencję niższą niż 10%. W 2009 roku w diecie kormorana najczęściej występowały: płoć, okoń i szczupak, których frekwencja wynosiła po 100%. Nieco rzadziej występowały ukleja i lin, których frekwencja wyniosła po 81,3%. Trzy gatunki ryb (karp, węgorz i kiełb) miały frekwencję niższą niż 7%. Różnice

we frekwencji występowania gatunków pomiędzy poszczególnymi latami badań w Jeziorze Dobskim były wysoce istotne statystycznie (test Chi², $\chi^2 = 95,78$, $df = 23$, $p < 0,0001$).

W kolonii na jeziorze Warnoły w 2009 roku w diecie kormoranów pod względem częstości występowania dominował okoń, którego obecność stwierdzono we wszystkich próbach (rys. 2B). Płóc i leszcz występowały z frekwencją 94,7%, zaś ukleja – 89,5%. Cztery gatunki ryb (certa, ciernik, boleń i stynka) miały frekwencję poniżej 11%. W 2010 roku w diecie pod względem częstości występowania dominowały płóc, okoń i leszcz (rys. 2B). Frekwencja tych trzech gatunków wyniosła po 100%. Wyraźnie niższą, ale wciąż dość wysoką, frekwencją charakteryzowała się ukleja (81,0%). Dwa gatunki ryb (karaś pospolity i certa) miały frekwencję niższą niż 5%. Różnice pomiędzy badanymi latami w częstości występowania gatunków ryb w diecie kormorana okazały się istotne statystycznie (test Chi², $\chi^2 = 51,99$, $df = 23$, $p < 0,001$).

W kolonii na jeziorze Marąg w 2010 roku gatunkiem najczęściej występującym w diecie kormoranów był lin, którego obecność zanotowano we wszystkich próbach (rys. 2C). Nieco rzadziej występowały płóc i okoń (frekwencja 90,9%) oraz krąp (frekwencja 81,8%). Dwa gatunki ryb (ciernik i sum) miały frekwencję niższą niż 10%. Odmienną sytuację zaobserwowano w 2011 roku, w którym płóc została stwierdzona we wszystkich próbach. Wysoką frekwencję (81,8%) miały: okoń, ukleja i szczupak. Dwa gatunki ryb (miętus i jaź) miały frekwencję niższą niż 10%. Różnice we frekwencji występowania gatunków ryb w diecie kormorana pomiędzy obu latami badań w jeziorze Marąg były istotne statystycznie (test Chi², $\chi^2 = 128,80$, $df = 23$, $p < 0,0001$).

Biorąc pod uwagę wszystkie ryby wykrztuszone (15006 osobników) zebrane podczas badań w trzech koloniach lęgowych kormorana, można stwierdzić, że najczęściej występującymi gatunkami były płóc i okoń, z frekwencją odpowiednio: 98,0 i 94,9% (rys. 3), frekwencję w diecie (powyżej 50%) stwierdzono w przypadku: leszcza, uklei, szczupaka, lina, krąpia i jazgarza. Aż 10 gatunków ryb (42% wszystkich gatunków) występowało sporadycznie wśród ryb wykrztuszonych, z frekwencją poniżej 7%.

3.3. Sezonowa dynamika diety kormorana

W Jeziorze Dobskim w 2008 roku gatunkami dominującymi w diecie kormorana (pod względem udziału w liczebności) przez niemal cały okres badawczy były płóc i/lub okoń (rys. 4A). W kilku przypadkach, duży udział miał jazgarz (głównie na początku okresu badawczego i na początku maja), krąp (9 maja) oraz ukleja (głównie 16 maja oraz 1 sierpnia). Dominacja lina (100%) w próbie z dnia 25 lipca, wynikała ze znalezienia tylko jednej ryby wykrztuszonej. W 2009 roku również płóc i okoń były dominującymi gatunkami w diecie kormorana przez prawie cały sezon, z dwoma wyjątkami: pod koniec maja zaznaczyła się wyraźna przewaga uklei, a pod koniec lipca leszcza. Dość znaczny udział jazgarza w diecie kormorana zanotowano jedynie w kwietniu, szczególnie w jego drugiej połowie (rys. 4B).

W jeziorze Warnoły obserwowano stosunkowo duże zmiany w strukturze gatunkowej (udział liczebny) ryb-ofiar kormorana (rys. 5). W roku 2009 gatunkami dominującymi były: leszcz, płóc, okoń i ukleja, których wzajemne proporcje znacząco się zmieniały w całym

okresie badawczym (rys. 5A). Przez większość okresu badań dominowały okoń i płoć, natomiast w pierwszej połowie kwietnia oraz na początku i końcu czerwca największy udział miał leszcz, a 14 maja, największy udział miała ukleja. W kilku przypadkach krąp (27 maja) i jazgarz (7 maja) stanowiły ponad 10% diety kormorana. Wysoki udział węgorza na końcu okresu badawczego wynikał ze znalezienia jedynie dwóch ryb wykrztuszonych. W 2010 roku wśród ofiar, podobnie jak w roku poprzednim, dominowały cztery gatunki: płoć, okoń, ukleja i leszcz. Ich wzajemne proporcje znacząco się zmieniały w poszczególnych okresach badawczych, a ponadto różniły się od tych obserwowanych w roku ubiegłym (rys. 5B). Przez znaczną część okresu badań w diecie kormorana dominowały płoć i okoń, w kilku przypadkach stwierdzono wysoki udział (> 45%) leszcza (w okresie od 22 lipca do 2 sierpnia oraz 23 września), a w dwóch przypadkach dominowała ukleja. Pomimo, że jazgarz, szczupak i sandacz nie były gatunkami dominującymi, to jednak ich udział był czasami znaczący i wynosił około 10%.

W jeziorze Marąg w 2010 roku wśród ryb wykrztuszonych prawie przez cały okres badawczy dominowały liczbowo płoć i okoń (rys. 6A). W jednym przypadku duże znaczenie (ok. 38%) miał krąp. Wysoki udział sandacza i innych gatunków (po 50%) na końcu okresu badawczego był wynikiem znalezienia tylko dwóch ryb wykrztuszonych. W 2011 roku wśród ryb wykrztuszonych w początkowym okresie dominantem była ukleja, której udział procentowy wynosił ok. 90%, natomiast w drugiej połowie badań zaobserwowano wyraźną dominację płoci i okonia (rys. 6B).

3.4. Struktura gatunkowa ryb wykrztuszonych w diecie kormorana

Otrzymane wyniki badań wskazują, że w poszczególnych latach i koloniach, w diecie kormorana, pod względem udziału liczbowego dominowały ryby należące do czterech gatunków: płoć, okoń, ukleja i leszcz. Łączny udział wymienionych gatunków był bardzo wysoki i zawierał się w zakresie 79-90% liczebności wszystkich ryb wykrztuszonych w danym roku i kolonii (rys. 7). Proporcje udziału tych gatunków były zmienne, przy czym największy udział w liczebności ryb wykrztuszonych w każdym roku i kolonii miały płoć i okoń.

Biorąc pod uwagę biomasę ryb wykrztuszonych, najwyższy udział procentowy przypadł także na cztery gatunki ryb: płoć, leszcz, lin i okoń). Ich łączny udział wagowy w każdym roku i kolonii wynosił 62-88%. W Jeziorze Dobskim w obu latach badań dominującym gatunkiem w biomasie ryb-ofiar kormorana była płoć, której udział wynosił odpowiednio 54 i 55%. Płoć dominowała również w jeziorze Marąg w obu latach, chociaż jej udział był stosunkowo niski (odpowiednio 25 i 23%). W jeziorze Warnoły w obu latach badań dominantem był leszcz, który stanowił odpowiednio 52 i 37% masy ryb wykrztuszonych (rys. 8). Analizując strukturę gatunkową ryb wykrztuszonych w poszczególnych koloniach lęgowych kormorana, stwierdzono, że dominującym gatunkiem pod względem średniego udziału w liczebności i w biomasie była płoć (rys. 9). Ponadto, średni jej udział (ponad 50%) był najwyższy w Jeziorze Dobskim, znacznie przewyższając udział tego gatunku w porównaniu do kolonii na jeziorach Warnoły i Marąg. We wszystkich koloniach kormorana okoń i ukleja miały znacznie wyższy

średni udział w liczebności niż w biomase. Natomiast średni udział leszcza, który był najwyższy w kolonii na jeziorze Warnoły, był znacznie wyższy zarówno w liczebności, jak i biomase niż w pozostałych dwóch koloniach kormorana (rys. 9).

Udział liczbowy wybranych gatunków ryb (płoc, okoń, ukleja, leszcz, krąp, lin, jazgarz, szczupak, karaś, sandacz, węgorz, miętus, wzdręga, sielawa, stynka oraz grupy „inne”) w diecie kormorana przeanalizowano stosując analizy skupień hierarchicznych metodą Warda. Klasyfikacja ta pozwoliła na wskazanie trzech wyodrębnionych grup o dużym podobieństwie diety w dwóch następujących po sobie latach badań, tj.: lata 2008 i 2009 w Jeziorze Dobskim, lata 2009 i 2010 w jeziorze Warnoły oraz lata 2010 i 2011 w jeziorze Marąg. Natomiast istotne różnice wykazywała struktura ryb wykrztuszonych w zależności od badanej kolonii kormoranów, odpowiednio na jeziorach: Dobskim, Warnoły i Marąg. Spośród tych kolonii najbardziej podobną dietę miały kormorany na jeziorach Warnoły i Marąg, która znacząco różniła się od diety kormoranów w kolonii na jeziorze Dobskim (rys. 10).

Do porównania udziału w biomase ryb upolowanych przez kormorany zastosowano ten sam zestaw gatunków/grup ryb (płoc, okoń, ukleja, leszcz, krąp, lin, jazgarz, szczupak, karaś, sandacz, węgorz, miętus, wzdręga, sielawa, stynka oraz grupy „inne”) przy zastosowaniu analizy skupień hierarchicznych metodą Warda. Analiza wykazała trzy wyodrębnione grupy (kolonie kormorana), w których dieta kormoranów była podobna w obu kolejnych latach (2008 i 2009 w Jeziorze Dobskim, 2009 i 2010 w jeziorze Warnoły oraz 2010 i 2011 w jeziorze Marąg). Znacząca różnica w strukturze ryb w diecie kormoranów występowała pomiędzy koloniami kormoranów na jeziorach: Dobskim, Warnoły i Marąg (rys. 11). Spośród tych kolonii bardziej podobną dietę miały kormorany na jeziorach Dobskim i Marąg, które znacząco się różniły od diety kormoranów w kolonii na jeziorze Warnoły.

Zarówno pod względem udziału poszczególnych gatunków ryb w całkowitej liczbie, jak i biomase, dieta kormoranów we wszystkich koloniach była podobna w dwóch następujących po sobie latach. Natomiast struktura diety kormoranów wyraźnie różniła się pomiędzy poszczególnymi koloniami lęgowymi.

3.5. Wielkość ryb wykrztuszonych

Długość ciała ryb-ofiar kormorana wahała się w zakresie od 3,7 (jazgarz) do 71,2 cm (węgorz) i przyjmowała różne wartości dla poszczególnych gatunków ryb (tab. 6). Największymi (powyżej 30 cm długości ciała) i nieprzypadkowymi ofiarami kormorana były: szczupak (37 osobników w Jeziorze Dobskim, 27 osobników w jeziorze Warnoły, 10 osobników w jeziorze Marąg), węgorz (25 osobników spośród 27 wszystkich znalezionych), sandacz (13 osobników) i miętus (1 osobnik). Wyniki analizy struktury wielkościowej ryb-ofiar kormorana, określonej na podstawie ryb wykrztuszonych wskazują, że dieta kormorana składała się z kilkunastu gatunków ryb, o zróżnicowanej długości ciała.

Długość ciała płoci (rys. 12A) mieściła się w zakresie od 4,4 do 25,7 cm; jej najniższą średnią długość ($10,3 \pm 3,0$ cm) zanotowano w jeziorze Marąg w roku 2011, zaś najwyższą ($14,2 \pm 3,1$ cm) w jeziorze Warnoły w roku 2009. Różnice pomiędzy badanymi jeziorami, jak i kolejnymi latami badań we wszystkich jeziorach okazały się wysoce istotne statystycznie (p

< 0,0001). Najliczniej występującymi były osobniki o długości ciała 9-11 cm (rys. 13). Zauważyć jednocześnie można, że w przypadku kolonii kormoranów na jeziorach Dobskim i Marąg wyraźnie wyższy udział miały ryby mniejsze, natomiast w przypadku jeziora Warnoły ofiarą były większe osobniki płoci, głównie o długości ciała 9-16 cm.

Długość ciała okonia (rys. 12B) w diecie kormoranów wynosiła od 5,0 do 26,5 cm. Średnia długość okazała się najniższa w jeziorze Marąg w 2011 r. ($8,3 \pm 2,0$ cm), a najwyższa w jeziorze Warnoły w 2009 r. ($9,8 \pm 2,6$ cm). Stwierdzono istotne statystycznie różnice w długości ciała okonia pomiędzy jeziorami i latami badań ($p < 0,0001$). We wszystkich koloniach w pokarmie kormorana dominujące były osobniki o długości ciała 6-11 cm (rys. 14).

Najmniejsze osobniki leszcza (rys. 12C) miały długość ciała 5,2 cm, natomiast największe 29,2 cm. Najniższą średnią długość wynoszącą $14,8 \pm 4,7$ cm zanotowano w jeziorze Marąg w 2010 r., zaś najwyższą – $18,0 \pm 3,7$ cm w Jeziorze Dobskim w 2009 r. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi jeziorami ($p < 0,0001$) oraz pomiędzy latami badań w jeziorze Warnoły ($p < 0,0001$). Najwięcej upolowanych przez kormorana leszczy miało długość ciała w zakresie 9-20 cm, przy czym w kolonii na jeziorze Marąg znaczący udział miały osobniki o długości ciała 9-14 cm, natomiast w pozostałych dwóch koloniach wysoki udział miały ryby większe o długości 14-20 cm (rys. 15).

Długość ciała lina (rys. 12D) wahała się od 6,0 do 29,2 cm. Najniższą średnią długość ($18,7 \pm 5,0$ cm) zanotowano w Jeziorze Dobskim w 2009 r., zaś najwyższą ($23,0 \pm 2,8$ cm) w jeziorze Warnoły w 2009 r. Różnice pomiędzy wszystkimi badanymi jeziorami były istotne statystycznie ($p < 0,05$), natomiast nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy kolejnymi latami badań we wszystkich jeziorach ($p > 0,05$). Lin w pokarmie kormorana charakteryzował się nietypowym rozkładem długości ciała z uwagi na znikomy udział małych osobników w kolonii na jeziorze Warnoły (rys. 16). W koloniach na jeziorach Dobskim i Marąg znaczący udział miały osobniki o długości 10-18 cm, które z kolei były nieliczne w kolonii na jeziorze Warnoły, w którym to dominowały osobniki o długości ciała 19-26 cm. Największy udział w pokarmie kormorana miały osobniki o długości ciała 16-26 cm (rys. 16).

Długość ciała szczupaka (rys. 12E) mieściła się w granicach 10,1-44,3 cm, a jego największe osobniki stwierdzono w Jeziorze Dobskim w 2009 r. Najniższą średnią długość ($22,6 \pm 6,0$ cm) zanotowano w jeziorze Marąg w 2010 r., natomiast najwyższą ($28,7 \pm 7,0$) w Jeziorze Dobskim w 2008 r. Różnice pomiędzy jeziorem Marąg a pozostałymi dwoma jeziorami okazały się istotne statystycznie ($p < 0,0001$), nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy kolejnymi latami we wszystkich badanych jeziorach ($p > 0,05$). Szczupak w pokarmie kormorana reprezentowany był najliczniej przez ryby o długości ciała w zakresie 21-31 cm, chociaż w jeziorze Marąg wyraźnie widoczna była również grupa ryb mniejszych o długości 12-19 cm. Natomiast w Jeziorze Dobskim szczególnie licznie występowała grupa ryb o długości ciała 31-33 cm (rys. 17).

Najmniejsze osobniki uklei (rys. 12F) mierzyły 5 cm, zaś największe nie przekraczały 14 cm. Najniższą średnią długość ciała uklei zanotowano w jeziorze Warnoły w 2010 r. ($9,0 \pm 1,6$ cm), zaś najwyższą w jeziorze Marąg, która w obu latach była identyczna i wynosiła odpowiednio $9,8 \pm 1,1$ cm i $9,8 \pm 1,4$ cm. Badane jeziora różniły się istotnie między

sobą ($p < 0,0001$), natomiast różnice pomiędzy kolejnymi latami badań okazały się istotne jedynie w jeziorze Warnoły ($p < 0,0001$).

Długość ciała wzdreży (rys. 12G) kształtowała się w zakresie od 8,3 do 24,6 cm. Najniższą średnią długość ($13,6 \pm 3,9$ cm) zarejestrowano w Jeziorze Dobskim w 2009 r., a najwyższą ($21,4 \pm 3,9$ cm) w jeziorze Warnoły w 2009 r. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy jeziorem Warnoły a dwoma pozostałymi jeziorami ($p < 0,001$), a także pomiędzy kolejnymi latami w jeziorze Warnoły ($p < 0,05$).

Długość ciała krąpia (rys. 12H) zawierała się w przedziale 5,5-19,6 cm z najniższą średnią wartością ($9,1 \pm 1,9$ cm) w jeziorze Marąg w 2011 r., natomiast najwyższą ($11,7 \pm 2,0$ cm) w Jeziorze Dobskim w 2009 r. Wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy Jeziorem Dobskim a dwoma pozostałymi jeziorami ($p < 0,0001$) oraz pomiędzy kolejnymi latami w jeziorach Dobskim ($p < 0,05$) i Warnoły ($p < 0,01$).

W przypadku jazgarza (rys. 12I) długość ciała wahała się w stosunkowo szerokim zakresie od 3,7 do 16,5 cm. Największą zmienność długości ciała tego gatunku odnotowano w Jeziorze Dobskim w 2009 r. Średnia długość ciała jazgarza była najniższa w Jeziorze Dobskim w 2008 r. ($6,7 \pm 1,8$ cm), a najwyższa w jeziorze Marąg w 2010 r. ($8,9 \pm 1,7$ cm). Analiza statystyczna wykazała istotne różnice ($p < 0,0001$) pomiędzy jeziorami oraz kolejnymi latami badań w jeziorach: Dobskim i Warnoły.

Długość ciała karasia, którego obecność w ilości powyżej 3 osobników stwierdzono w obu latach w jeziorach Dobskim i Marąg, wahała się od 5,6 do 23,1 cm i nie różniła się istotnie pomiędzy jeziorami ($p > 0,05$). Wykazano natomiast, różnice w długości ciała karasia pomiędzy kolejnymi latami badań w obu jeziorach ($p < 0,05$). Długość ciała węgorza wynosiła 23,7-71,2 cm. Największy osobnik został znaleziony w kolonii na jeziorze Marąg w 2010 r. Średnie wartości długości jego ciała w jeziorze Warnoły w obu latach badań były zbliżone (odpowiednio, $44,1 \pm 10,1$ cm i $46,4 \pm 6,8$ cm), stąd różnice między nimi były statystycznie nieistotne ($p > 0,05$). Najmniejszego osobnika sandacza (16,9 cm) odnotowano w jeziorze Warnoły w 2010 r., a największe (38,1 cm) w Jeziorze Dobskim w 2008 r. i w jeziorze Marąg w 2010 r. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w długości ciała sandacza pomiędzy kolejnymi latami badań w jeziorze Warnoły ($p > 0,05$). Długość ciała miętusa, którego znaczne ilości stwierdzono w Jeziorze Dobskim w obu latach badań, zawierała się w przedziale od 9,4 do 33,1 cm. Średnia jego długość była bardzo podobna w obu latach, stąd różnice okazały się statystycznie nieistotne ($p > 0,05$). Długość ciała karpia, który był obecny w Jeziorze Dobskim i jeziorze Marąg w obu latach, wahała się od 10,7 do 23,5 cm. Zarówno najmniejszego, jak i największego osobnika znaleziono w Jeziorze Dobskim w 2008 r. W obu latach badań średnia długość ciała karpia w Jeziorze Dobskim (odpowiednio $15,5 \pm 4,0$ cm i $15,3 \pm 2,8$ cm) i jeziorze Marąg ($17,5 \pm 4,0$ i $17,1 \pm 1,7$ cm) była niemal identyczna, stąd różnice między nimi były statystycznie nieistotne ($p > 0,05$).

Wśród czterech wybranych gatunków ryb wykrztuszonych (liczne występowanie oraz podobny zakres długości ciała wynoszący 4,4-29,2 cm) zauważalne jest zróżnicowanie w rozkładzie długości ciała poszczególnych gatunków ofiar kormorana (rys. 18).

Ponad 50% osobników płoci miało długość ciała do 11,9 cm, a w przypadku okonia ponad połowa (65,4%) miała długość ciała poniżej 9,9 cm. Analiza długości ciała płoci i oko-

nia wskazuje na rozkład asymetryczny prawoskośny. W przypadku leszcza (zakres długości ciała 5,2-29,2 cm) rozkład długości był zbliżony do normalnego, natomiast u lina (zakres długości ciała 6,0-29,2 cm) analiza długości ciała wskazywała na rozkład asymetryczny lewoskośny (rys. 18).

3.6. Charakterystyka połowów komercyjnych

Gospodarstwo Rybackie w Giżycku, Gospodarstwo Rybackie Śniardwy i Zakład Rybacki Bogaczewo użytkują rybacko kilka lub kilkanaście jezior. W latach 2006-2013 wydajność połowowa wynosiła średnio 6,9 kg/ha w GR Giżycko, 10,6 kg/ha w GR Śniardwy i 12,6 kg/ha w ZR Bogaczewo. Natomiast wydajność połowowa w poszczególnych jeziorach wahała się od 0,9 do 29,6 kg/ha (rys. 19). Najniższą średnią wydajność połowową stwierdzono w jeziorze Buwełno (GR Giżycko), a najwyższą w jeziorze Żabi Róg (ZR Bogaczewo).

W odłowach gospodarczych, prowadzonych odpowiednio w latach: 2008-2009 (GR Giżycko), 2009-2010 (GR Śniardwy) i 2010-2011 (ZR Bogaczewo) odnotowano występowanie 17 gatunków ryb: węgorz, karp, karaś, lin, leszcz, krąp, płoć, wzdręga, tołpyga, sum, szczupak, stynka, sielawa, sieja, miętus, okoń i sandacz. Liczba gatunków ryb występujących w połowach gospodarczych w poszczególnych jeziorach wynosiła: 7-11 gatunków w Gospodarstwie Rybackim Śniardwy, 8-12 w Zakładzie Rybackim Bogaczewo i 8-13 w Gospodarstwie Rybackim w Giżycku (tab. 7).

Najczęściej łowionymi gatunkami były: leszcz, lin, płoć i wzdręga oraz szczupak (wszystkie lata i jeziora), a także okoń, który nie występował w połowach gospodarczych jedynie w jeziorze Warnoły w 2010 roku. Bardzo często w połowach występowały także karaś i węgorz. Najrzadziej występującymi w połowach gatunkami ryb był: sum, stynka i tołpyga. Natomiast krąp, pomimo występowania w połowach we wszystkich jeziorach w Gospodarstwie Rybackim w Giżycku, nie był notowany w Gospodarstwie Rybackim Śniardwy i Zakładzie Rybackim Bogaczewo.

W Gospodarstwie Rybackim w Giżycku struktura gatunkowa odłowionych ryb różniła się zarówno pomiędzy latami na danym jeziorze, jak i pomiędzy jeziorami (rys. 20). Najwyższe średnie udziały procentowe w odłowach, ze wszystkich jezior i lat, miał szczupak (22,2%) i leszcz (22,1%). Udziały tych gatunków zmieniały się odpowiednio w zakresie 4,9-47,0 i 3,2-52,3% (rys. 20). Najniższe udziały w odłowach miały ryby z gatunków: sandacz, stynka i karaś (2,6-1,1%) oraz grupa „inne” (0,1%).

W Gospodarstwie Rybackim Śniardwy struktura gatunkowa odłowionych ryb była bardzo podobna w obu latach odłowów na danym jeziorze, ale wyraźnie różniła się pomiędzy jeziorami (rys. 21). Najwyższy średni udział procentowy (35,2%) w odłowach miał leszcz (rys. 23), którego udział w poszczególnych jeziorach i latach zmieniał się w zakresie 18,3-53,0% (rys. 21). Najniższe średnie udziały (0,5-5,7%) w odłowach miały: sandacz, okoń i karaś. Grupa „inne” stanowiła zaledwie 0,02% odłowów.

W Zakładzie Rybackim Bogaczewo struktura gatunkowa odłowionych ryb była podobna w obu latach w danym jeziorze, ale znacząco różniła się pomiędzy poszczególnymi jeziorami (rys. 22). Najwyższe średnie udziały procentowe ze wszystkich jezior i lat w odłowach miały:

płoć i wzdręga (22,7%), szczupak (22,1%) i leszcz (20,7%). Udziały tych gatunków zmieniały się w zakresie: 1,4-45,2% (płoć i wzdręga), 15,0-39,3% (szczupak) i 3,0-56,5% (leszcz). Najniższe udziały (5,7-0,8%) w odłowach miały: sielawa, sandacz, węgorz i karaś oraz grupa „inne” (0,4%).

W analizowanych odłowach gospodarczych najwyższy udział w biomacie złowionych ryb miał leszcz - 26,0% (średni udział w latach: 2008-2009 GR Giżycko, 2009-2010 GR Śniardwy i 2010-2011 ZR Bogaczewo) (rys. 23). Wysokie udziały w odłowach miały również: szczupak (średni udział w biomacie 18,3%) oraz płoć i wzdręga (średni udział w biomacie 17,1%). Trzy gatunki ryb (lin, węgorz i okoń) miały średni udział w biomacie w zakresie 10,1-8,3%. Występujący w odłowach trzech gospodarstw sandacz miał średni udział w biomacie na poziomie 3,8%, natomiast łowiona w GR w Giżycku i ZR Bogaczewo sielawa – 3,2%.

Udział wybranych gatunków ryb (węgorz, szczupak, sandacz, okoń, leszcz, lin, płoć i wzdręga, karaś, krąp, sielawa, stynka oraz grupy „inne”) w gospodarczych połowach w badanych gospodarstwach rybackich przeanalizowano stosując analizę skupień hierarchicznych metodą Warda (rys. 24). Klasyfikacja ta pozwoliła na wskazanie trzech wyodrębnionych grup o dużym podobieństwie diety w dwóch następujących po sobie latach badań, tj.: lata 2008 i 2009 w Gospodarstwie Rybackim w Giżycku, 2009 i 2010 w Gospodarstwie Rybackim Śniardwy oraz 2010 i 2011 w Zakładzie Rybackim Bogaczewo. Natomiast istotne różnice wykazywała struktura ryb wykrztuszonych w zależności od badanego gospodarstwa rybackiego. Spośród tych gospodarstw rybackich najbardziej podobną strukturę odłowów gospodarczych miały Gospodarstwo Rybackie w Giżycku i Zakład Rybacki w Bogaczewie, która znacząco różniła się od struktury połowów w Gospodarstwie Rybackim Śniardwy.

3.7. Porównanie presji połowowej na ryby

W diecie kormoranów w analizowanych koloniach lęgowych oraz w strukturze odłowów gospodarczych w gospodarstwach rybackich stwierdzono występowanie łącznie 26 gatunków ryb (tab. 8).

Presja drapieżnicza kormorana była skierowana na 24 gatunki ryb, a w połowach gospodarczych stwierdzono 17 gatunków ryb. Presja połowowa kormoranów i rybaków skoncentrowana była głównie na 8 gatunkach ryb. Były to: płoć i wzdręga, szczupak, lin, okoń, węgorz, sandacz i leszcz. Karaś, który był notowany we wszystkich koloniach lęgowych kormorana oraz połowach gospodarczych miał niewielki udział w biomacie połowów. Natomiast pozostałe gatunki ryb występowały w połowach kormorana/gospodarczych nieregularnie, zarówno w odniesieniu do liczebności, jak i biomasy w połowie.

W badanych koloniach lęgowych kormorana najwyższy udział w biomacie ryb-ofiar najczęściej miała płoć (powyżej 30%). Tylko w kolonii na jeziorze Warnoły, średni udział płoci był niższy niż udział leszcza (rys. 9). Ze względu na to, że w pokarmie kormorana wzdręga była opisywana oddzielnie (w porównaniu do połowów gospodarczych), oszacowano, że jej udział w biomacie ofiar kormorana dla grupy „płoć i wzdręga” podnosi ten udział zaledwie o około 1%. W połowach gospodarczych grupa „płoć i wzdręga” stanowiła znaczący udział w biomacie połowów, wynosząc średnio 14-23% (rys. 23), a w Zakładzie Rybackim Boga-

czewo były to dominujące gatunki w biomasie połowów gospodarczych. W ocenie znaczenia grupy „płoc i wzdręga” w diecie kormorana oraz połowach gospodarczych, ryby te mają najwyższy udział w biomasie, osiągając średnie wartości wynoszące 36% (połowy kormorana) i 17% (połowy gospodarcze) (rys. 25). Leszcz, którego udział w pokarmie kormorana wahał się od około 10% (Jezioro Dobskie) do 45% (jeziro Warnoły), był jednocześnie gatunkiem o bardzo dużym znaczeniu w biomasie połowów gospodarczych, a jego udział wynosił od 20% (Gospodarstwo Rybackie w Giżycku i Zakład Rybacki Bogaczewo) do 35% (Gospodarstwo Rybackie Śniardwy). Średni udział leszcza w biomasie połowów wynosił 21-26% (odpowiednio kormoran i połowy komercyjne). Średni udział lina w połowach kormorana i komercyjnych był zbliżony (ok. 10%), przy czym najwyższy stwierdzono w kolonii na Jeziorze Dobskim (18%) i połowach gospodarczych w Gospodarstwie Rybackim Śniardwy oraz Zakładzie Rybackim Bogaczewo (odpowiednio 12 i 14%). Okoń pomimo dużego udziału w liczebności ofiar kormorana (20-31%), miał znacznie niższy udział w biomasie, który wynosił 9-14%. W połowach gospodarczych udział okonia był nieznacznie niższy niż w diecie kormorana i stanowił od 4 do 11% całkowitej biomasy. W przypadku tego gatunku olbrzymie znaczenie ma wielkość osobników, ponieważ w diecie kormorana dominowały ryby niewielkie, które praktycznie nie są poławiane przy użyciu sieciowego sprzętu rybackiego. Średni udział okonia i lina w biomasie połowów kormoranów i rybaków był porównywalny i wynosił ok. 10% dla każdego gatunku (rys. 25).

Szczupak, będący ważnym i cennym składnikiem połowów komercyjnych, miał w nich udział na poziomie 10-22% biomasy ryb. W diecie kormorana szczupak był nieliczną ofiarą (1-2% liczebności), ale jego udział w biomasie był wyraźnie wyższy i wynosił około 4-8%. Średni udział szczupaka w połowach komercyjnych (około 18%) był kilkukrotnie wyższy niż jego udział w diecie kormorana (około 5,5%). W przypadku tego gatunku wielkość łowionych osobników ograniczana jest wymiarem ochronnym (długość minimalna 45 cm), natomiast w diecie kormorana wykazano szeroki zakres długości ofiar tego gatunku (długość ciała 10-44 cm). W większości przypadków były to ryby młodociane, głównie poniżej wspomnianego wymiaru ochronnego.

Osobną grupą ryb, które występują w diecie kormorana oraz w połowach komercyjnych są te gatunki, które wpisują się w specyfikę połowu przez kormorana lub rybaków. Przykładem takich gatunków są: węgorz, sielawa i stynka. Gatunki te w diecie kormorana występowały nielicznie, a ich udział w pokarmie wynosił około 1-2%. Zdecydowanie większe znaczenie gatunki te mają w połowach komercyjnych. Średni udział węgorza wynosi prawie 10%, zmieniając się w dość szerokim zakresie od 3 do 16% biomasy połowów, w zależności od gospodarstwa rybackiego. Sielawa łowiona była w Gospodarstwie Rybackim Giżycko i Zakładzie Rybackim Bogaczewo, a jej udział w połowach wynosił 4-5% całkowitej biomasy złowionych ryb. Ze względu na nieczęste występowanie stynki oraz specyficzny sposób połowu tej ryby (zimą spod grubej pokrywy lodowej umożliwiającej wejście na jezioro), ryba ta poławiana była tylko w Gospodarstwie Rybackim Giżycko, a jej średni udział w biomasie wynosił 2%. Krąp, pomimo prawdopodobnego występowania w wielu jeziorach na analizowanym terenie badań, raportowany był tylko w jednym gospodarstwie rybackim. Natomiast ukleja i jazgarz nie są celem połowów komercyjnych i wskutek tego nie są wykazywane

w dokumentacji rybackiej. Udział sandacza, miętusa i karasia w łącznej biomasy połowów kormorana, jak i gospodarczych, był niewielki. Ryby zaklasyfikowane do grupy „inne” stanowiły znikomy udział w biomasy połowów kormorana i rybackich, ze względu na sporadyczne ich występowanie a udział tej grupy nie przekraczał 2% biomasy (rys. 25).

Biomasa ryb złowionych przez kormorany oraz pochodząca z połowów komercyjnych została obliczona dla każdego roku badań. W przypadku kormoranów ich okres żerowania obliczony był na podstawie terminu zbierania materiałów w poszczególnych latach i wynosił: 154 i 112 dni w kolonii na Jeziorze Dobskim, 140 i 147 dni na jeziorze Warnoły oraz 84 i 77 dni na jeziorze Marąg. W oparciu o powyższy czas obliczono zapotrzebowanie pokarmowe wyłącznie dorosłych kormoranów w każdej z badanych kolonii. Dane dotyczące połowów gospodarczych odnoszą się do biomasy złowionych ryb w ciągu całego roku kalendarzowego (tab. 9). Pomimo że okres żerowania kormorana obejmował maksymalnie 154 dni (na Jeziorze Dobskim), zaś połowy rybackie obejmują cały rok kalendarzowy, to biomasa ryb zjedzonych przez kormorany i tych w połowach gospodarczych była mniej więcej podobna w kolonii na jeziorze Marąg. W kolonii na Jeziorze Dobskim zapotrzebowanie pokarmowe kormorana były nieco wyższe niż połowy gospodarcze w roku 2008, zaś niższe w roku 2009. W jeziorze Warnoły w obu latach biomasa ryb zjedzonych przez kormorana była znacznie wyższa niż w połowach gospodarczych. Dane dotyczące biomasy ryb zjedzonych przez kormorany różnią się znacznie w poszczególnych koloniach oraz latach, co jest konsekwencją długości okresów czasu w których znajdowano próby (ryby wykrztuszone) oraz liczebności gniazdujących kormoranów.

4. Dyskusja

Dieta kormorana oraz innych ptaków rybożernych, jest określana za pomocą różnych technik, zarówno inwazyjnych, jak i nieinwazyjnych. Analiza zawartości żołądka nie zawsze jest możliwa do zastosowania, ponieważ wymaga zastrzelenia lub schwytania ptaka. Mniej inwazyjne metody to analiza wypluwek, ryb upuszczonych i wykrztuszonych, bezpośrednie obserwacje żerowania, analiza izotopów czy narzędzia molekularne, jak np. barkoding DNA (Carss 1997, Barrett i in. 2007, Jepsen i in. 2010, Carss i in. 2012, Tverin i in. 2021). Techniki te nie są w pełni zadowalające i mają specyficzne wady i zalety (Carss 1997), a wybór metody zależy od celu badań (Boström 2013). Większość kormoranów spontanicznie wykrztusza ryby, nawet jeśli nie są niepokojone, lub jako reakcja stresowa w sytuacji zaniepokojenia lub zagrożenia. Ale próbki te (ryby wykrztuszone) nie zawsze reprezentują pełną zawartość żołądka (Carss i in. 2012).

Ryby wykrztuszone, jako jedno ze źródeł danych na temat odżywiania się kormoranów, z reguły nie pozwalają na określenie dziennego zapotrzebowania pokarmowego, czy też dziennej dawki pokarmowej kormorana (DFI). Ryby gubione lub wykrztuszane przez kormorany, spadają na ziemię ze znacznej wysokości, dlatego trudno jest określić, czy jest to zrzut od jednego ptaka, czy z kilku gniazd. W niektórych przypadkach ryby znacząco nadtrawione uniemożliwiają określenie gatunku oraz długości ciała ofiary, ale takich przypadków jest niewiele (obserwacje własne). Z drugiej strony, ryby wykrztuszone są cennym materiałem, ponieważ długość ciała osobnika określana jest bezpośrednio, a nie szacowana lub wyliczana z zależności długości otolitu do długości ciała ryby. Oznaczanie ryby wykrztuszonej do gatunku również obarczone jest mniejszym błędem niż rozpoznawanie na podstawie analizy otolitów lub innych części kostnych, które mogą być zniekształcone lub uszkodzone (Carss 1997). Najpoważniejszym ograniczeniem tej metody jest brak możliwości pozyskania wystarczającej wielkości próby (liczby ryb wykrztuszonych) do badań w wielu koloniach lęgowych kormorana. W miejscach łatwo dostępnych dla ssaków, ryby wykrztuszane są zjadane przez wiele gatunków. Dlatego wybór kolonii zlokalizowanych na wyspach w znacznym stopniu ograniczył ten problem. Mając na względzie powyższe zastrzeżenia, warto podkreślić, że opracowania opierające się na analizach ryb wykrztuszonych pozwalają na uzupełnienie wiedzy na temat odżywiania się kormoranów, z wykorzystaniem alternatywnego materiału badawczego.

4.1. Struktura gatunkowa ryb

Dotychczasowe badania naukowe wskazują, że w skład diety kormoranów wchodzi ponad 70 gatunków ryb zamieszkujących różne ekosystemy wodne (Klimaszyk i Rzymiski 2016). Jednak w wielu opracowaniach wykazano, że w konkretnych koloniach, dieta kormoranów składa się głównie z kilkunastu gatunków ryb. Największą liczbę gatunków ryb-ofiar w diecie kormorana stwierdzono we Francji i były to 42 gatunki ryb, w tym 29 gatunków słodkowodnych (Fonteneau i in. 2009). Na wybrzeżu Finlandii w diecie kormorana wykazano 27 gatunków ryb (Salmi i in. 2015), a w kolonii na wybrzeżu Polski (Kąty Rybackie) stwier-

dzono 25 gatunków ryb (Martyniak i in. 2003). W Europie, w rzekach i jeziorach Hiszpanii oraz Szwajcarii odnotowano 23 gatunki ryb (Suter 1997, Dias i in. 2012), w Czechach, Francji i Niemczech – 22 gatunki (Keller 1995, Grémillet i in. 1998, Čech i in. 2008), a w jeziorach Polski zidentyfikowano 21 gatunków (Wziątek 2013). Nieznacznie mniej gatunków ryb (20-18) w diecie kormorana stwierdzono w zbiornikach zaporowych w Polsce i Czechach (Čech i in. 2008, Wziątek i in. 2010b). Niższą liczbę gatunków ryb (16-10) zanotowano w akwenach Niemiec, Polski, Francji, Holandii, Grecji i Szwecji (Dirksen i in. 1995a, Engström 2001, Santoul i in. 2004, Liordos i Goutner 2007, Emmrich i Düttmann 2011, Gaye-Siessegger 2014, Oehm i in. 2016, Buttu i in. 2018, Traczuk i in. 2021). Najmniejszą liczbę gatunków ryb-ofiar (odpowiednio 8, 6 i 4 gatunki) stwierdzono w rzece w Niemczech (Magath i in. 2016), w jeziorze w Wielkiej Brytanii (Stewart i in. 2005) oraz w jeziorze w Algierii (Belfethi i Moulaï 2022). Według Martyniaka i in. (2003) oraz Boström (2013) liczba gatunków ryb zidentyfikowana na podstawie ryb wykrztuszonych jest znacznie wyższa w porównaniu do składu gatunkowego określonego na podstawie wypluwek. Natomiast w przypadku liczby osobników w próbkach, znacznie więcej ofiar notuje się w wypluwkach niż w żołądkach kormoranów. Różnice te mogą być wynikiem tego, że w wypluwkach nie stwierdzano szczątków ryb o niewielkich rozmiarach oraz posiadających małe i nietrwałe otolity, które mogły zostać zagubione lub zniszczone (Boström 2013). Powyższe dane pokazują, że spektrum pokarmowe kormorana, obejmować może zdecydowaną większość gatunków ryb zamieszkujących ekosystem wodny. Presji kormorana poddane są zarówno ryby powszechnie występujące, jak i gatunki, które występują nielicznie, czy też okresowo.

Przeprowadzone badania wykazały, że w analizowanych koloniach lęgowych, najczęściej występującymi ofiarami kormorana były: płoć, okoń, ukleja, leszcz, krap, lin i szczupak. Wymienione gatunki były stałym składnikiem diety kormorana w ciągu całego okresu badań, a częstość ich występowania wynosiła powyżej 93% w przypadku płoci i okonia oraz powyżej 80% w przypadku uklei i leszcza. Gatunki te (płoć, okoń, ukleja i leszcz) występują powszechnie w polskich jeziorach, a ich frekwencja wynosi 92-99% (Kalinowska i in. 2023). Niniejsze badania wykazały także, że w diecie kormoranów gniazdujących na wyspach występowały gatunki ryb nietypowe dla tych wód lub rzadko w nich występujące. I tak, gatunkami tymi w Jeziorze Dobskim były: amur i kiełb. Należy zaznaczyć, że amur jest gatunkiem nietypowym nie tylko dla powyższego jeziora, ale i dla innych jezior w Polsce. Można przypuszczać, że został on prawdopodobnie upolowany w okolicznym stawie hodowlanym lub śródpolnym. W jeziorze Warnoły żaden z gatunków charakterystycznych, stwierdzonych w diecie kormorana (certa, stynka i boleń), prawdopodobnie w nim nie występuje, a ofiary pochodziły z okolicznych rzek i jezior. Natomiast w kolonii na jeziorze Marąg, gatunkami rzadko występującymi w diecie kormorana były sum i jaź, które prawdopodobnie pochodziły z zarybień dokonanych na tym akwenu lub z okolicznych cieków.

4.2. Sezonowa dynamika diety kormorana

Kormoran jest oportunistycznym drapieżnikiem, a zmienność w jego diecie może być związana z wieloma czynnikami, takimi jak: charakter zbiornika wodnego, w którym żerują,

okres pobierania próbek i zastosowana metoda ich analizy (Gaye-Siessegger 2014). Kolejnym czynnikiem mogą być zmiany w zachowaniu ryb (wzrost aktywności związany z wyższą temperaturą wody, rozród ryb), które przypadają głównie na okres lęgowy kormorana (Neuman i in. 1997, Gwiazda 2006, Gwiazda i Amirowicz 2010). W badaniach dotyczących fenologii lęgów kormorana w kolonii w Kątach Rybackich, wykazano, że pomimo różnego terminu przybycia kormoranów (luty/marzec), klucie piskląt rozpoczynało się na początku kwietnia. Natomiast, niezależnie od terminu kiedy rozpoczynało się klucie, większość piskląt wykluwała się przed końcem maja (Buczma i in. 2011). Na selektywny wybór ofiar kormorana w okresie lęgowym wskazał Lehtikoinen (2005), opisując, że na początku i na końcu sezonu lęgowego w pokarmie dominowały płoć i okoń, natomiast na początku karmienia piskląt w pokarmie dominowała węgorzyca (*Zoarces viviparus*). W badaniach prowadzonych w latach 1996 i 1997 w kolonii w Kątach Rybackich (wypluwki i ryby wykrztuszone) wykazano, że we wszystkich miesiącach (z wyjątkiem marca) najliczniejszą ofiarą był jazgarz (Martyniak i in. 2003). Inaczej zinterpretowano różnice sezonowe w diecie kormoranów na wybrzeżu Szwecji (Boström i in. 2012a) i zimujących w Portugalii (Dias i in. 2012), gdzie autorzy uznali, że różnice istotne statystycznie dotyczyły tylko niektórych gatunków ryb-ofiar lub ich nie stwierdzono.

Niniejsze badania prowadzone głównie w okresie lęgowym oraz częściowo połęgowym, pokazały, że dieta kormorana różniła się w analizowanych koloniach lęgowych. Niezależnie od roku, w którym zbierano próby i kolonii lęgowej kormorana, najczęściej występującymi gatunkami w próbach były: płoć, okoń i ukleja. Natomiast wyraźne zmiany w sezonowości występowania, zauważalne były w przypadku uklei, krąpia, lina i leszcza, których udział wyraźnie różnił się w poszczególnych latach i koloniach. Dominacja w diecie kormorana niewielkich okoni i płoci, jak również udział ryb niewielkich rozmiarów, np. uklei, może wskazywać na związek z zapotrzebowaniem na małe ryby służące jako pokarm dla piskląt. Prawdopodobnie również z okresem rozrodu, kiedy ukleja tworzy liczne zgrupowania tarłowe i może być łatwo pozyskiwana przez kormorany. W czasie rozrodu ryby są mniej płochliwe, dlatego łatwiejsze dla upolowania dla drapieżników (Stempniewicz i in. 2003a). Szczupak w diecie kormorana pojawiał się głównie w okresie wiosennym, kiedy przygotowując się do rozrodu przemieszcza się do strefy przybrzeżnej i tworzy niewielkie grupy tarłowe złożone z kilku osobników, co sprawia, że jest łatwiej dostępny. W przypadku sandacza sytuacja jest podobna, przy czym tarło tej ryby jest przesunięte w czasie względem tarła szczupaka i przypada na maj-czerwiec (Traczuk i Kapusta 2017).

Znaczącym czynnikiem wpływającym na zmiany sezonowe w diecie kormorana mogą być również zmiany środowiskowe (np. deficyty tlenowe), które powodują, że ryby trudno dostępne, np. sielawa, zmuszone są przemieścić się do płytszych stref jeziora, gdzie stają się one łatwo dostępne dla rybożernych drapieżników (Traczuk i in. 2021). Różnice w strukturze gatunkowej ofiar kormoranów mogą wynikać także ze specyfiki wód, na których żerowały kormorany. Okres lęgowy ptaków i potencjalne dopasowanie wyboru ofiar do zapotrzebowania piskląt, jak i późniejszy czas dyspersji oraz migracji zimowej bezsprzecznie generują różną strukturę gatunkową ryb-ofiar w diecie kormorana. Niniejsza praca uwzględniająca tylko pewien czasookres (głównie wiosenno-letni, lęgowy) i trzy wybrane lokalizacje, nie

przedstawia pełnego obrazu zmian w diecie kormorana, ale może wskazywać, że badania takie muszą obejmować szerszy zakres, by dokładniej ocenić wpływ kormorana na ichtiofaunę i gospodarkę rybacką.

4.3. Struktura wielkościowa ryb-ofiar kormorana

Zakres wielkości ofiar kormorana powiązany jest z cechami gatunkowymi ryb (osiągane rozmiary ciała i pokrój ciała), jak i ze strukturą ichtiofauny na terenie żerowania. Z danych literaturowych wynika, że długość i waga ryb-ofiar kormorana waha się w bardzo szerokim zakresie. Najmniejsze osobniki mają długość około 3 cm i masę około 1 g, natomiast największe ofiary mogą osiągać 40-60 cm długości (węgorz nawet ponad 70 cm) i masę około 0,8-1,5 kg (Keller 1995, Gaye-Siessegger 2014, Skov i in. 2014, Oehm i in. 2016, Traczuk i Kapusta 2017) a nawet 2,5 kg (Belfethi i Moulai 2022).

W niniejszych badaniach próby (ryby wykrztuszone) zbierane były na terenie kolonii lęgowych kormorana, usytuowanych na śródjeziornych wyspach, na terenach zasobnych głównie w jeziora, z bardzo niewielkim udziałem rzek. Ofiarami kormorana prawdopodobnie były ryby głównie pochodzące z jezior. Prowadzone badania wykazały, że najczęstszymi i najliczniejszymi ofiarami kormorana były płoć i okoń oraz wskazały na zróżnicowanie długości ciała tych gatunków jako ofiar. Średnia długość ciała płoci wynosiła od 10,3 (w 2011 roku w jeziorze Marąg) do 14,2 cm (w 2009 roku w Jeziorze Warnoły), a okonia od 8,3 (w 2011 roku w jeziorze Marąg) do 9,8 cm (w 2009 roku w Jeziorze Warnoły). Dodatkowo, w przypadku okonia, widoczna była ogromna reprezentacja najmniejszych ryb, wyraźnie większa niż w przypadku płoci. Potwierdzeniem tego mogą być dane wskazujące, że ponad połowa okoni (dokładnie 65,4%) miała długość ciała poniżej 9,9 cm, a 70% ryb mieściło się w przedziale długości 7,0-10,9 cm. W przypadku płoci ponad połowa ryb miała długość do 11,9 cm, a 53,4% wszystkich ryb mieściło się w przedziale długości 9,0-12,9 cm. Dane te potwierdzają, że ofiarami kormorana są ryby niewielkich rozmiarów spośród gatunków licznych, co może jednocześnie wskazywać na pewien rodzaj preferencji w wielkości ofiar lub selektywności w stosunku do wielkości ofiar. Badania przeprowadzone w Czechach, na kilku stanowiskach w różnych latach wykazały, że zakres długości całkowitej oraz średnia długość płoci i okonia różniły się w zależności od stanowiska i roku badań i wynosiły odpowiednio: 5-38 cm dla płoci (średnia długość od 10,8 do 22,9 cm) i 6-37 cm dla okonia (średnia długość od 13,5 do 21,2 cm) (Čech i in. 2008, 2010). Powyższe dane wskazują, że średnia długość ciała płoci i okonia w diecie kormorana była znacznie niższa w jeziorach Warmii i Mazur (niniejsze badania) niż w czeskich zbiornikach zaporowych i rzekach. Analiza pokarmu kormorana z niemieckiego jeziora Chiemsee i rzeki Inn, wykazała, że średnia długość płoci wynosiła 27,3 cm, a okonia 13,3 cm (Keller 1995) i była wyraźnie wyższa niż w niniejszych badaniach. W przypadku innych, licznych gatunków ryb, np.: leszcza, lina, szczupaka, uklei, wzdreği, krąpia i jazgarza, tendencja była podobna i ryby z analizowanych wód miały wyższą średnią długość ciała (Keller 1995) niż te same gatunki opisane w niniejszej pracy.

Zwrócić należy uwagę, że ofiarami kormorana, o największej długości ciała (powyżej 30 cm) były ryby należące do gatunków, których ciało jest wydłużone lub obłe (np. węgorz,

szczupak, sandacz, lin, miętus). Z kolei ryby osiągające duże rozmiary, ale o silnym wygrzbiecieniu, takie jak: leszcz, karaś i karp, jako ofiary kormorana nie przekraczały długości ciała 27 cm. Powyższe dane pokazują, że preferencje pokarmowe są związane nie tylko z obfitością i dostępnością ryb w zbiornikach wodnych, ale również z morfologią ryb. Różnice w długości ciała dominujących gatunków ryb-ofiar okazały się wysoce istotne statystycznie pomiędzy jeziorami. Przypuszczalnie różnice te wynikają z różnych warunków środowiskowych w poszczególnych jeziorach, które wpływają na tempo wzrostu, kondycję i obfitość zespołów ryb.

4.4. Porównanie struktury połowów kormorana i rybackich

Struktura gatunkowa ofiar kormorana jest w znaczącym stopniu pochodną struktury ichtiofauny akwenów, na których polują te drapieżne ptaki. Teoretycznie podobnie może przedstawiać się sytuacja z wielkością ofiar, ale w tym wypadku czynnikiem ograniczającym może być liczebność potencjalnych ofiar oraz osiągany przez poszczególne gatunki ryb pokrój ciała. Wśród ofiar kormorana, ryby o dużym wygrzbiecieniu (leszcz, karaś, karp i krąp) mają wyraźnie mniejszą długość ciała, niż ryby o pokroju obłym/torpedowatym, np.: szczupak, sandacz, lin. Zupełnie inaczej kształtuje się struktura połowów ryb w gospodarstwach rybackich, gdzie odłowy gospodarcze ryb są selektywnie ukierunkowane na gatunki pożądane przez konsumentów. Dopasowanie typu narzędzia połowowego oraz rozmiarów oczek w sieciowych narzędziach stawnych pozwala na dość selektywne połowy zarówno względem gatunku ryby, jak i jej rozmiarów. Dodatkowo, preferencje konsumentów zmieniły się w czasie (Czarkowski i Stabiński 2015), dlatego w analizowanym okresie największe udział w odłowach gospodarczych miały: leszcz, szczupak, płoć i sielawa (Wołos i in. 2013). Gospodarstwa rybackie odławiają gatunki ryb cenne z ekonomicznego punktu widzenia, przy zachowaniu minimalnych rozmiarów ochronnych wymaganych prawem. Ponadto istotny może być termin połowu i dystrybucji ryb, ze względu na dostępność niektórych gatunków (okresy ochronne) lub sezonowe zapotrzebowanie (turystyka).

Porównanie struktury połowów gospodarczych analizowanych gospodarstw rybackich oraz diety kormoranów wskazuje na wysoki potencjał konfliktów ze względu na nakładanie się użytkowania tych samych zasobów ryb. Jednak analizując strukturę połowów gospodarczych i skład diety kormoranów nie można poprzestać na prostych proporcjach. Stosunkowo łatwo jest oszacować ilość ryb zjadanych przez kormorany (Barrett i in. 2007), ale znacznie trudniej jest ocenić, jaki wpływ może mieć to drapieżnictwo na określone gatunki ryb (Carss i in. 1997). Dzieje się tak dlatego, że rozmieszczenie przestrzenne, liczebność, rozkład wielkości, rekrutacja i wzrost ryb (pojedynczych gatunków i całych zespołów ryb) są regulowane przez wiele czynników biotycznych i abiotycznych, z których tylko jednym jest drapieżnictwo kormoranów (Carss 2022). Co więcej, złożona struktura zespołów ryb i potencjał łagodzenia skutków poprzez mechanizmy kompensacyjne, takie jak rozród i wzrost, jeszcze bardziej utrudniają oszacowanie jakiegokolwiek wpływu kormoranów na zespoły ryb w systemach wód otwartych. Dobrym przykładem opisującym trudność w jednoznacznej ocenie wpływu kormorana na ryby są wyniki badań dotyczące okonia w północnej części

Morza Bałtyckiego (Heikinheimo i in. 2022). W wodach przybrzeżnych północnego Bałtyku okoń jest ważnym składnikiem diety kormorana. Jednocześnie od początku XXI w. odnotowano znaczny wzrost populacji lęgowej kormorana na tym obszarze. Pomimo tego, że kormorany zjadały znaczne ilości okonia to odpowiadały tylko za 4-10% jego śmiertelności (Heikinheimo i in. 2022). Autorzy wykazali, że śmiertelność okoni u wybrzeży Finlandii spowodowana przez kormorany była niska i wyższa była ich śmiertelność naturalna. Efekt drapieżnictwa kormoranów trudno było odróżnić od innych fluktuacji w połowach okoni. Wpływ drapieżnictwa kormoranów na dany gatunek ryb jest najprawdopodobniej niewielki tam, gdzie sieci pokarmowe są zróżnicowane i obfitują w gatunki ofiar (Cowx 2003), co ma miejsce w jeziorach położonych w pobliżu badanych kolonii lęgowych.

Kormorany mogą wykorzystywać rozległe obszary do żerowania i przemieszczać się między żerowiskami (Bzoma 2004), jak też sezonowo zmieniać preferowane gatunki ryb-ofiar. Przemieszczanie się kormoranów z kolonii lęgowych na żerowiska utrudnia ocenę ich wpływu na ryby. Również dokumentacja gospodarki rybackiej ograniczona wzorem księgi gospodarczej nie ułatwia bezpośrednich porównań. Dodatkowo użytkownicy nie są zachęceni do bardziej szczegółowej rejestracji odłowów. Obiektywne trudności integracji danych dotyczących kormoranów i ryb utrudniają wykazanie negatywnego wpływu kormoranów na pojedyncze gatunki czy całe zespoły ryb (Marzano i in. 2013, Carss 2022). Niemniej jednak istnieje kilka jednoznacznych przykładów sytuacji, w których kormorany miały bezpośredni wpływ na ryby (Ovegård i in. 2021) lub środowisko (Gwiazda i in. 2010, Napiórkowska-Krzebietke i in. 2021, Kalinowska i in. 2024a). Ponieważ niektóre podmioty działające w sektorach rybołówstwa zauważają, że ich połowy maleją wraz ze wzrostem liczby kormoranów, często przyjmują podejście oparte na zdrowym rozsądku i zakładają jakiś bezpośredni związek przyczynowo skutkowy (Abramczyk 2010). Dlatego nie można wykluczyć potencjalnych strat powodowanych przez kormorany, które mogą być szkodliwe dla śródlądowej gospodarki rybackiej, szczególnie w pobliżu kolonii lub podczas migracji.

Kormoran, ptak niegdyś nieliczny, stał się obiektem dyskusji w wielu aspektach. Zmiany w polityce środowiskowej oraz rolnej (Dirksen i in. 1995b) mogły być czynnikami, które przyczyniły się do odbudowania i wzrostu liczebności populacji kormorana. W konsekwencji większa liczebność kormorana oraz rozszerzenie zasięgu jego występowania, doprowadziły do sytuacji konfliktowych, zwłaszcza w zakresie eksploatacji zasobów ryb przez kormorana, rybaków oraz wędkarzy (Dam i in. 1995, Cowx 2003, Diamond i in. 2003, Kohl 2008, Steffens 2010, Marzano i in. 2013, Troynikov i in. 2013, Delmastro i in. 2015, Gagliardi i in. 2015, Mickiewicz 2015, Wołos i Trella 2016, Kapusta i in. 2017, Lehtikoinen i in. 2017, Ovegård i in. 2017, Arlinghaus i in. 2021, Czarkowski i in. 2021, Carss 2022, Kalinowska i in. 2024b). W toczących się dyskusjach podnoszono nawet kwestie, czy w Europie kormoran jest gatunkiem nierodzimy. Jednak badania Beike (2014) wskazują, że ptak ten nie jest gatunkiem obcym dla terenów Europy. Jednocześnie należy zauważyć, że wzrost populacji kormorana należy oceniać w skali globalnej, gdyż jego liczebność wzrosła w wielu krajach. Ponadto, populacja innego gatunku z rodziny kormoranów, tj. kormorana rogatego (*Phalacrocorax auritus*) w podobnym okresie znacząco wzrosła w Stanach Zjednoczonych Ameryki (Bur i in. 1997).

W ostatnich latach, na terenie Polski, nie tylko zwiększyła się liczba kolonii lęgowych kormorana, ale także nastąpiła znaczna alokacja ptaków gniazdujących, głównie z terenu Zalewu Wiślanego na Zalew Szczeciński. Przyczyn tej sytuacji może być wiele, ale jedną z prawdopodobnych wydaje się być zmiana struktury ichtiofauny w Zalewie Wiślanym oraz innych zbiornikach wodnych, choć hipoteza ta nie jest udokumentowana. Sukcesja oraz przyspieszona eutrofizacja zbiorników wodnych powodują zmiany w strukturze ichtiofauny (Colby i in. 1972, Jeppesen i in. 2000, Mehner i in. 2005, Boström i in. 2012b), a w konsekwencji zmienia potencjał dostępności ryb-ofiar dla każdego typu łowcy, bez znaczenia, czy jest to żerowanie kormoranów, czy presja połowowa rybaków i wędkarzy.

Rozkład wielkości ryb będących ofiarami odzwierciedla głównie to, co kormorany mogą złowić. Są również opinie, że kormoran jest drapieżnikiem oportunistycznym, łowiącym najłatwiejszą ofiarę, niekoniecznie najliczniejszą (Čech i Vejřík 2011). Niniejsze badania wskazują, że ofiarami kormorana są najczęściej ryby o niewielkich rozmiarach, które są również powszechnie występującymi w zbiornikach wodnych. W przypadku badanych kolonii kormorana, usytuowanych na jeziorach północno-wschodniej Polski, takimi gatunkami są płoć i okoń, licznie występujące w jeziorach o różnej morfologii i trofii (Traczuk i in. 2021, Kalinowska i in. 2024b). Badania wskazują, że w połowach komercyjnych i wędkarskich, drobne ryby nie są pożądanym oraz istotnym celem tych połowów (Czarkowski i Kupren 2013, Czarkowski i Stabiński 2015, Czerniejewski i in. 2015, Kupren i in. 2018, Kalinowska i in. 2024b). Z tego względu łatwa dostępność ofiar oraz wysoka presja drapieżnicza kormorana może w pewnym stopniu ograniczyć liczebność drobnych ryb, określanych kiedyś jako „małocenne” lub „chwast rybi”. Podobna sytuacja mogła mieć miejsce w Kątach Rybackich, gdzie przeprowadzone badania z przełomu wieków XX/XXI wykazały, że w pokarmie kormorana dominowały ryby niewielkie, głównie jazgarz i babka bycza (Traczuk 2001, Wziętek 2003, Bzoma 1998, 2004). Pomimo że ta kolonia lęgowa przez wiele lat była największą w Polsce i Europie (maksymalnie około 11,5 tysiąca gniazd w 2006 roku, Herrmann i in. 2011), to w ostatnich latach zredukowała się do poziomu około 1,5 tysiąca par lęgowych. W subiektywnej ocenie, w przypadku gatunków ryb, które są eksploatowane w wybiórczy sposób przez kormorana lub rybaków/wędkarzy nie zachodzi nakładanie się presji połowowej. Dane o takiej sytuacji przedstawiono w pracy Arlinghaus i in. (2021), w której wykazano, że presja kormoranów dotyczyła głównie mniejszych słodkowodnych ryb przybrzeżnych, a w połowach komercyjnych dominowały ryby morskie i dwuśrodowiskowe. Z drugiej strony, w skład pokarmu kormorana wchodzi również gatunki ryb o dużym znaczeniu gospodarczym i mogą one stanowić znaczący udział w jego diecie. Wobec powyższego, przedmiotem konfliktu są ryby cenne z ekonomicznego punktu widzenia, np. szczupak, sandacz, lin, węgorz i sielawa oraz duże osobniki okonia, płoci i leszcza. Nawet jeśli udział ryb cennych gospodarczo i ekonomicznie w diecie kormorana wynosi tylko kilka procent (5-10% biomasy), to liczba żerujących kormoranów oraz okres żerowania generują konsumpcję nawet kilku tysięcy ton ryby w analizowanym okresie (Martyniak i in. 1997b, 2007, Traczuk 2001, Stempniewicz i in. 2003a, 2003b, Wziętek 2003, 2013, Bzoma 2004, Wziętek i in. 2010, 2011b, Traczuk i in. 2018, Arlinghaus i in. 2021). Obecność w pokarmie kormorana oraz w połowach komercyjnych i wędkarskich znacznej biomasy ryb drapieżnych (najczęściej

szczupak, sandacz, węgorz, duży okoń) może wpływać na zdolności regulacyjne piramidy troficznej w zbiornikach wodnych. Natomiast ubytek wskutek zjedzenia przez kormorany pewnej biomasy ryb cennych gospodarczo, takich jak w/w drapieźniki oraz lin, sielawa, miętus i duża płoć, mogą znacząco i negatywnie wpłynąć na wyniki finansowe użytkownika rybackiego. Ten negatywny wpływ występuje zarówno w momencie upolowania tych ryb, jak i w potencjalnych konsekwencjach wyłowienia tych gatunków, zwłaszcza ryb młodocianych.

Niektóre badania sugerują, że rosnąca liczebność kormoranów spowodowała długotrwałe spadki lokalnych populacji ryb (Lantry i in. 2002, Rudstam i in. 2004, Fielder 2010, Jepsen i in. 2010, 2019). Inne badania prowadzone zarówno w ekosystemach jeziornych, jak i otwartych wybrzeżach wykazały, że kormorany mają niewielki wpływ na zespoły ryb i rybołówstwo (Linn i Campbell 1992, Engström 2001, Barks i in. 2010, Lehikoinen i in. 2011, Östman i in. 2012). Brak konsensusu między wynikami różnych badań jest wyraźnym znakiem poziomu złożoności tego problemu i aby umożliwić przewidywanie wpływu drapieźnictwa kormoranów, musimy lepiej zrozumieć złożone relacje drapieźnik-ofiara.

Należy podkreślić, że w przypadku żerowania kormorana na stawach hodowlanych, praktycznie każda ryba jest cenna dla właściciela stawów, bo od tego zależy jego wynik finansowy (Adámek i Kajgrova 2022). Z kolei niedoskonałość systemu ewidencji amatorskich połowów ryb (Wołos i Trella 2016, Kupren i in. 2018) utrudnia ocenę wpływu kormorana na rybostan w wodach, gdzie odbywają się wyłącznie połowy wędkarskie. Podobnie, niewiele danych na temat struktury gatunkowej ryb w tych wodach nie pozwala oszacować dokładnie gatunków ryb poddanych presji kormorana. Jednak w ostatnich czasach przybywa informacji dotyczących struktury ichtiofauny w rzekach i jeziorach, uzyskanych przy zastosowaniu standaryzowanych metod połowu (Przybylska i in. 2013, Kapusta i in. 2020).

Liczne badania diety kormorana dostarczyły podstawowej wiedzy na temat dziennego zapotrzebowania pokarmowego (Grémillet 1997), gatunków ryb-ofiar, ich wielkości i sezonowych trendów w presji drapieźników. Jednak precyzyjne oszacowanie presji kormorana na wybrane gatunki ryb możliwe jest z zastosowaniem znakowania ryb i wypuszczania ich ponownie do zbiornika wodnego (Wziętek i in. 2010). Analiza szczątków znakowanych ryb (otolitów) znalezionych w pokarmie kormorana, pozwala na oszacowanie liczby zjedzonych ryb w stosunku do osobników pozakowanych i wypuszczonych do zbiornika (Källo i in. 2023). Jednakże, bez zastosowania jednoczesnego znakowania ryb i kormoranów, nie jest możliwe określenie miejsc i zasięgu żerowania kormorana na zbiornikach wodnych (Oehm i in. 2022). Kolejnym przykładem mogą być badania, w których Skov i in. (2014) wykazali, że część znakowanych ryb okazała się ofiarami kormorana. Znaczkę ze znakowanych ryb zostały znalezione w odległości 39 km od miejsca znakowania, na terenie pobytowym kormoranów. Jednak znalezione znaczkę niekoniecznie wyjaśniają, czy ptaki polują tak daleko, czy znakowane ryby zbliżyły się do miejsca ich żerowania.

Osobnym zagadnieniem jest potencjalna regulacja populacji kormorana poprzez różne czynniki środowiskowe i biologiczne (Goc 2012). W warunkach naturalnych i przy wysokiej liczebności przebywających razem kormoranów (kolonia lęgowa), głównym naturalnym zagrożeniem dla kormorana może być bielik (*Haliaeetus albicilla*), który aktywnie poluje

nawet na dorosłe osobniki (Kajtoch i in. 2017, Bregnballe i in. 2022, obserwacje własne). Jednak, pomimo dość częstej presji bielików na kormorany w kolonii na jeziorze Warnoły (do 5 widzianych bielików jednocześnie oraz rozszarpane kormorany, obserwacje własne), liczebność gniazdujących tu ptaków przez wiele lat była wysoka. Dopiero ogromna destrukcja drzewostanu, na którym znajdowały się gniazda, spowodowała, że kormorany opuściły wyspę w 2023 roku i przenieśli się na porośnięte, głównie olchą, tereny nadbrzeżne tego samego jeziora. Drugim zagadnieniem jest kondycja zdrowotna kormorana. W jego żołądku licznie występują nicienie reprezentowane, między innymi, przez *Contra-caecum rudolphii* (Kanarek 2011, El-Dakhly i in. 2012, Moravec i Scholz 2016, Traczuk i in. 2021).

4.5. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że dieta kormoranów charakteryzuje się dużym bogactwem gatunkowym ryb. Ofiarami kormoranów były głównie ryby najpospolitsze w jeziorach, przede wszystkim o małych rozmiarach ciała. Kormorany zjadały także gatunki rzadkie i chronione, a nawet takie, których obecność w diecie trudno powiązać z występowaniem w jeziorach. Potencjalne ofiary kormorana, czyli ryby niewielkich rozmiarów występują powszechnie i dość licznie w wielu wodach śródlądowych (Kalinowska i in. 2024a). Selektywna eksploatacja zasobów ryb przez rybackich użytkowników jezior, a także wybiórcze połowy wędkarskie, nie są w stanie ograniczyć dostępności ryb-ofiar dla kormoranów. Postępująca eutrofizacja wód (Hillbricht-Ilkowska i in. 2008) sprzyja występowaniu dużych ilości drobnych ryb, zarówno karpiowatych, jak i okoniowatych. Wieloletnie istnienie kolonii lęgowych na terenie pojezierzy, w tym trzech analizowanych w niniejszej pracy, potwierdza, że zasoby ryb nie mogą być traktowane jako naturalny czynnik ograniczający liczebność kormoranów.

Najczęstszymi i najliczniejszymi ofiarami kormoranów w analizowanych koloniach lęgowych były płoć i okoń. Natomiast największy udział w biomase ofiar kormoranów miały płoć i leszcz. W biomase połowów komercyjnych dominował leszcz, a znaczący udział miały: szczupak, płoć i wzdręga. Nakładanie się struktury połowów gospodarczych analizowanych gospodarstw rybackich oraz diety kormoranów wskazuje na wysoki potencjał konfliktów o wspólnie użytkowane zasoby ryb. Wspólne korzystanie przez kormorany i gospodarstwa rybackie z tych samych zasobów gatunków uważanych za cenne, np. szczupaka, węgorza, sandacza, okonia i lina potęguje negatywny odbiór kormorana przez rybackich użytkowników jezior (Abramczyk 2010). Jednak analiza składu gatunkowego ryb występujących w diecie kormoranów badanych kolonii lęgowych, wraz z analizą rozmiarów ofiar, wskazuje, że potencjalnego konfliktu nie można wytłumaczyć silnym nakładaniem się nisz obu grup eksploatujących zasoby ryb w jeziorach. Kormorany zjadają przede wszystkim najliczniejsze w jeziorach gatunki, uważane za „małocenne”, ale to niezbyt liczne występowanie w ich diecie gatunków cennych pod względem ekonomicznym jest podstawą negatywnego odbioru kormorana.

Podsumowując, przeprowadzone badania pozwoliły na weryfikację postawionych hipotez oraz sformułowanie następujących wniosków szczegółowych:

1. Dieta kormoranów w analizowanych koloniach była podobna w obu latach prowadzonych badań, ale struktura gatunkowa ryb-ofiar pomiędzy koloniami różniła się.
2. Struktura gatunkowa ryb w odłowach komercyjnych była podobna w obu latach badań, ale różniła się pomiędzy analizowanymi gospodarstwami rybackimi.
3. Presja połowowa kormoranów i rybaków skoncentrowana była głównie na ośmiu gatunkach ryb (płoć, wzdręga, szczupak, lin, okoń, węgorz, sandacz i leszcz).

5. Literatura

1. Abramczyk A. 2010. Określenie strat ekonomicznych w rybactwie spowodowanych przez kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* na przykładzie jeziora Selment Wielki. Komunikaty Rybackie 3: 34–38.
2. Adámek Z., Kajgrova L. 2022. Great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) occurrence in carp aquacultural ponds: a case study from the South Bohemia (Czech Republic) pond region. Aquaculture International 30: 2541–2556.
3. Arlinghaus R., Lucas J., Weltersbach M.S., Kömle D., Winkler H.M., Riepe C., Kühn C., Strehlow H.V. 2021. Niche overlap among anglers, fishers and cormorants and their removals of fish biomass: a case from brackish lagoon ecosystems in the southern Baltic Sea. Fisheries Research 238, 105894.
4. Balčiauskas L., Skipitytė R., Jasiulionis M., Trakimas G., Balčiauskienė L., Remeikis V. 2016. The impact of Great Cormorants on biogenic pollution of land ecosystems: Stable isotope signatures in small mammals. Science of the Total Environment 565: 376–383.
5. Barks P. M., Doucette J.L., Somers C. M. 2010. Lack of angling-sized yellow perch in a Canadian Boreal Shield lake: potential influences of growth rate, diet and predation by double-crested cormorants. Transactions of the American Fisheries Society, 139(4): 1029–1040.
6. Barrett R.T., Camphuysen K., Anker-Nilssen T., Chardine J.W., Furness R.W., Garthe S., Hüppop O., Leopold M.F., Montevecchi W.A., Veit R.R. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. ICES Journal of Marine Science 64: 1675–1691.
7. Beike M. 2014. *Phalacrocorax carbo sinensis* in Europe – indigenous or introduced? Ornis Fennica 91: 48–56.
8. Belfethi L., Moulai R. 2022. Diet, prey selection and biomass consumption of the great cormorant, *Phalacrocorax carbo* in Algeria. Zoodiversity 56(1): 57–66.
9. BirdLife International. 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK. Birdlife Conservation Series No. 12.
10. BirdLife International. 2024. Species factsheet: *Phalacrocorax carbo*. Downloaded from <http://data-zone.birdlife.org/species/factsheet/great-cormorant-phalacrocorax-carbo> on 31/01/2024.
11. Bobrek R., Wilk T., Pępkowska-Król A. 2018. Występowanie kormorana *Phalacrocorax carbo* w polskiej części Karpat w okresie pozalęgowym – dynamika przelotu i liczebność na zbiornikach wodnych. Ornis Polonica 59: 89–106.
12. Boldreghini P., Santolini R., Volponi, S., Casini L., Montanari F. L., Tinarelli R. 1997. Variations in the use of foraging areas by a cormorant *Phalacrocorax carbo* wintering population: a case study in the Po Delta (northern Italy). Ekologia polska 45(1): 197–200.
13. Borowski W., Stanek E., Bartel R., Dąbrowski H., Zaporowski Z. 1996. Ichtiofauna Zalewu Wiślanego. W: Stempniewicz L. (red.) Ocena presji kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* na ichtiofaunę Zalewu Wiślanego. Raport nr 2, Gdańsk, s. 1–20.
14. Boström M. 2013. Fish predation by the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). Licentiate Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, s. 43.
15. Boström M.K., Lunneryd S.-G., Ståhlberg H., Karlsson L., Ragnarsson B. 2012a. Diet of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) at two areas at Lövstabukten, South Bothnian Sea, Sweden, based on otolith size-correction factors. Ornis Fennica 89: 157–169.
16. Boström M.K., Östman Ö., Bergenius M.A.J., Lunneryd S.G. 2012b. Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. Journal of Marine Science 69: 175–183.
17. Bregnballe T., Lynch J., Parz-Gollner R., Marion L., Volponi S., Paquet J.-Y., David N. Carss, van Eerden M.R. 2014. Breeding numbers of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Western Palearctic, 2012-2013. IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 99, s. 224.

18. Bregnballe T., Tofft J., Kotzerka J., Lehtikoinen A., Rusanen P., Herrmann C., Krone O., Engström H., Rattiste K., Reich J., Kouzov S.A. 2022. Occurrence and behaviour of white-tailed eagles *Haliaeetus albicilla* in Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* colonies in countries around the Baltic Sea. *Ardea* 109(3): 565–582.
19. Brylińska M. 2000. Ryby słodkowodne Polski. PWN, Warszawa, s. 521.
20. Buczma A., Goc M., Kosmowski W. 2011. Zróżnicowanie fenologii lęgów kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* w największej europejskiej kolonii w Kątach Rybackich (Mierzeja Wiślana, północna Polska). *Ornis Polonica* 52: 231–246.
21. Bur M.T., Tinnirello S.L., Lovell C.D., Tyson J.T. 1997. Diet of the double-crested cormorant in Western Lake Erie. Symposium on Double-Crested Cormorants: Population Status and Management Issues in the Midwest. 8.
22. Buttu S., Atzori G., Palmas F., Gwiazda R. 2018. Differences in the diet of breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in an inland colony: the effect of years, breeding stages and locations within the colony. *Limnological Review* 18 (4): 149–156.
23. Bzoma S. 1998. The contribution of round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas 1811) to the food supply of cormorants (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus 1758) feeding in the Puck Bay. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 2(144): 39–47.
24. Bzoma S. 2004. Kormoran *Phalacrocorax carbo* (L.) w strukturze troficznej ekosystemu Zatoki Gdańskiej. Praca doktorska, Uniwersytecie Gdański.
25. Bzoma S. 2011. Program ochrony kormorana *Phalacrocorax carbo* w Polsce. Strategia zarządzania populacją kormorana w Polsce. Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, s. 120.
26. Bzoma S., Krzywosz T., Betleja J., Orłowska B., Antczak J., Traczuk P., Witkowski J. 2013. Status of the breeding population of Great Cormorants in Poland in 2012. In: Bregnballe T., Lynch J., Parz-Gollner R., Marion L., Volponi S., Paquet J-Y., van Eerden M.R. (Eds.) National reports from the 2012 breeding census of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in parts of the Western Palearctic. IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University. No. 22: 79–81.
27. Carpentier A., Marion L. 2003. Monitoring the daily food intake of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo*: comparison between chick regurgitation and automatic weighing of nest. *Vogelwelt* 124: 183–186.
28. Carss D.N. 1993. Shags *Phalacrocorax aristotelis* at cage fish farms in Argyll, western Scotland. *Bird Study* 40: 202–211.
29. Carss D.N. 1997. Techniques for assessing cormorant diet and food intake: towards a consensus view. In: Baccetti N., Cherubini G. (Eds.) IV European Conference on Cormorants, Bologna, Italy. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 197–230.
30. Carss D.N. 2022. There must be some kind of way out of here: towards 'reframing' European cormorant-fisheries conflicts. *Ardea* 109(3): 667–681.
31. Carss D.N., Marquiss M. 1997. The diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Scottish freshwaters in relation to feeding habitats and fisheries. *Ekologia polska* 45: 207–222.
32. Carss D.N., Marzano M. 2005. Reducing the conflict between cormorants and fisheries on a pan-European scale: REDCAFE-Summary and National Overviews, s. 374.
33. Carss D.N., Marquiss M., Lauder A. W. 1997. Cormorant *Phalacrocorax carbo carbo* predation at a major trout fishery in Scotland. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 281–294.
34. Carss D.N., Parz-Gollner R., Trauttmansdorff J. 2012. The INTERCAFE Field Manual: research methods for cormorants, fishes, and the interactions between them. INTERCAFE COST Action 635 Final Report II, s. 142.

35. Čech M., Čech P., Kubečka J., Prchalová M., Drašík V. 2008. Size selectivity in summer and winter diets of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): does it reflect season-dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds* 31: 438–447.
36. Čech M., Vejřík L. 2011. Winter diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the River Vltava: estimate of size and species composition and potential for fish stock losses. *Folia Zoologica* 60(2): 129–142.
37. Chodkiewicz T., Wardecki Ł., Bzoma S., Cenian Z., Sikora A. 2020. Monitoring ptaków z uwzględnieniem obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 lata 2018- 2021. Część II. Sprawozdanie z prac terenowych i opracowanie wyników uzyskanych w sezonie lęgowym w 2020 roku. Marki, Warszawa.
38. Chodkiewicz T., Lewandowska J., Wardecki Ł. 2022. Sprawozdanie z prac terenowych i opracowanie wyników uzyskanych w sezonie lęgowym w 2022 roku. Zadanie 1. Monitoring ptaków - prace terenowe i opracowanie wyników. Monitoring ptaków z uwzględnieniem obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000, lata 2021-2022. GIOŚ, Warszawa.
39. Chylarecki P., Chodkiewicz T., Neubauer G., Sikora A., Meissner W., Woźniak B., Wylegała P., Ławicki Ł., Marchowski D., Bettleja J., Bzoma S., Cenian Z., Górski A., Korniluk M., Moczarska J., Ochocińska D., Rubacha S., Wieloch M., Zielińska M., Zieliński P., Kuczyński L. 2018. Trendy liczebności ptaków w Polsce. GIOŚ, Warszawa.
40. Colby P.J., Spangler G.R., Hurley D.A., McCombie A.M. 1972. Effects of eutrophication on salmonid communities in oligotrophic lakes. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 29 (6): 975–983.
41. Cowx I.G. 2003. Interactions between fish and birds: Implications for management. Blackwell Science Ltd, London.
42. Cydzik D., Kudelska D., Soszka H. 1992. Atlas stanu czystości jezior Polski badanych w latach 1984-1988. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Wydawnictwo Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 244–409
43. Czarkowski T.K., Kupren K. 2013. Wędkarstwo kontra rybactwo – niepotrzebny konflikt. *Przegląd Rybacki* 37: 17–23.
44. Czarkowski T.K., Stabiński R. 2015. Charakterystyka, preferencje i opinie konsumentów ryb bezpośrednio korzystających z oferty gospodarstw rybackich. *Komunikaty Rybackie* 1 (144): 1–6.
45. Czarkowski T.K., Wołos A., Kapusta A. 2021. Socio-economic portrait of Polish anglers: implications for recreational fisheries management in freshwater bodies. *Aquatic Living Resources* 34, 19.
46. Czerniejewski P., Wawrzyniak W., Brocki W. 2015. Presja połowów rekreacyjnych na wybrane jeziora w północno-zachodniej Polsce. *Europa Regionum* 24: 75–84.
47. Dam A.D., Buijse W., Dekker M.R., Eerden J.G.P., Breteler K., Velddkamp R. 1995. Cormorant and commercial fisheries – Raport IKC 19, Wageningen.
48. Dehnhard N., Langset M., Aglen A., Lorentsen S.H., Anker-Nilssen T. 2021. Fish consumption by great cormorants in Norwegian coastal waters—a human-wildlife conflict for wrasses, but not gadids. *ICES Journal of Marine Science* 78(3): 1074–1089.
49. del Hoyo J., Elliot A., Sargatal J. 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 1: Ostrich to Ducks. Lynx Editions, Barcelona, Spain.
50. Delmastro G.B., Boano G., Conte P.L., Fenoglio S. 2015. Great cormorant predation on Cisalpine pike: a conservation conflict. *European Journal of Wildlife Research* 61: 743–748.
51. Derby C.E., Lovvorn J.R. 1999. Comparison of pellets versus collected birds for sampling diets of double-crested cormorants. *The Condor* 99(2): 549–553.
52. Diamond M., Aprahamian M.W., North R. 2003. A theoretical assessment of cormorant impact on fish stocks in Great Britain. In: Cowx I.G. (Ed.) *Interactions between fish and birds: implications for managements*. Fishing News Books. Blackwell Science, Oxford, s. 28–42.

53. Dias E., Morais P., Leopold M., Campos J., Antunes C. 2012. Natural born indicators: great cormorant *Phalacrocorax carbo* (Aves: Phalacrocoracidae) as monitors of river discharge influence on estuarine ichthyofauna. *Journal of Sea Research* 73: 101–108.
54. Dirksen S., Boudewijn T.J., Noordhuis R., Marteijn E.C.L. 1995a. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the nonbreeding period and effects of large-scale fish removal. *Ardea* 83: 167–184.
55. Dirksen S., Boudewijn T.J., Slager L.K., Mes R.G., Van Schaick M.J.M., De Voogt P. 1995b. Reduced breeding success of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in relation to persistent organochlorine pollution of aquatic habitats in the Netherlands. *Environmental Pollution* 88(2): 119–132.
56. Doherty D., McCarthy T.M. 1997. The population dynamics, foraging activities and diet of Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo carbo* L.) in the vicinity of an Irish hydroelectricity generation. In: Baccetti N., Cherubini G. (Eds.) IV European Conference on Cormorants, Bologna, Italy. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 133–143.
57. Dziennik Ustaw 2003 nr 180 poz. 1766. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 września 2003 r. w sprawie dokumentacji prowadzonej przez uprawnionego do rybactwa.
58. El-Dakhly K.M., El-Nahass E., Uni S., Tuji H., Sakai H., Yanai T. 2012. Levels of infection of gastric nematodes in a flock of great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) from Lake Biwa, Japan. *Journal of Helminthology* 86: 54–63.
59. Emmrich M., Düttmann H. 2011. Seasonal shifts in diet composition of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207–216.
60. Engström H. 2001. Long term effects of cormorant predation on fish communities and fishery in a freshwater lake. *Ecography* 24: 127–138.
61. Feltham M.J., Davies J.M. 1997. The diet of wintering cormorants in relation to angling catches on a coarse river fishery in north-west England: spatial and temporal variation. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 425–434.
62. Fijn R.C., De Jong J.W., Adema J., Van Horssen P.W., Poot M.J., Van Rijn S., van Eerden M.R., Boudewijn T.J. 2022. GPS-tracking of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* reveals sex-specific differences in foraging behaviour. *Ardea* 109(3): 491–505.
63. Fielder D.G. 2010. Response of the Yellow Perch in the Les Cheneaux Islands, Lake Huron to declining numbers of double-crested Cormorants stemming from control activities. *Journal of Great Lakes Research* 36: 207–214.
64. Fonteneau F., Paillisson J.M., Marion L. 2009. Relationships between bird morphology and prey selection in two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies during winter. *Ibis* 151(2): 286–298.
65. Fraissinet M., Buongiovanni L., Bigu B., Bruschini M., Campolongo C., Digilio A., Dinacci L., Dovere B., Errico D., Esse E., Farace G., Giustino S., Labriola C., Lenza R., Loffredo P., Mancini V., Marsala S.M., Mastronardi D., Motta A., Nelisio L., Piciocchi S., Piromallo A.M., Tatino F., Tedeschi C., Terminio M., Usai A. 2022. Winter roosts of great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* in Campania region: distribution and multiyear analysis of the population, from 1998 to 2022. *BORNH Bulletin of Regional Natural History* 2(3): 1–9.
66. Frederiksen M., Korner-Nievergelt F., Marion L., Bregnballe T. 2018. Where do wintering cormorants come from? Long-term changes in the geographical origin of a migratory bird on a continental scale. *Journal of Applied Ecology* 55(4): 2019–2032.
67. Froese R., Pauly D. 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2023).
68. Gagliardi A., Preatoni D.G., Wauters L.A., Martinoli A. 2015. Selective predators or choosy fishermen? Relation between fish harvest, prey availability and great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) diet. *Italian Journal of Zoology* 82(4): 544–555.

69. Gagnon K., Yli-Rosti J., Jormalainen V. 2015. Cormorant-induced shifts in littoral communities. *Marine Ecology Progress Series* 541: 15–30.
70. Gaye-Siessegger J. 2014. The great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) at lower lake Constance/Germany: dietary composition and impact on commercial fisheries. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 414, 04.
71. Gmitrzuk K. 2004. Wpływ kormorana *Phalacrocorax carbo* na ekosystemy wodne i leśne Wigierskiego Parku Narodowego. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 23: 129–146.
72. Goc M. 2012. Naturalna regulacja liczebności populacji kormorana i metody jej ograniczania stosowane przez człowieka. W: *Kormoran w aspekcie zrównoważonego korzystania z zasobów rybackich*. Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia, s. 96–104.
73. Goc M., Iliszko L., Chełkowska N. 1997. Daily foraging rhythm at a Cormorant *Phalacrocorax carbo* colony during the breeding season. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 445–451.
74. Goc M., Iliszko L., Stempniewicz L. 2005. The largest European colony of great cormorant on the Vistula spit (N Poland) – an impact of the forest ecosystem. *Ecological Questions* 6: 93–103.
75. Graszka-Petrykowski D. 2004. Ptaki. Profesjonalny przewodnik dla początkujących obserwatorów. Klub Dla Ciebie, Warszawa, s. 304.
76. Grémillet D. 1997. Catch per unit effort, foraging efficiency, and parental investment in breeding great cormorants (*Phalacrocorax carbo carbo*). *ICES Journal of Marine Science* 54(4): 635–644.
77. Grémillet D., Schmid D., Culik B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Marine Ecology Progress Series* 121: 1–9.
78. Grémillet D., Argentin G., Schulte B., Culik, B.M. 1998. Flexible foraging techniques in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* and Shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? *Ibis* 140(1): 113–119.
79. Grémillet D., Wilson R.P., Storch S., Gary Y. 1999. Three-dimensional space utilization by a marine predator. *Marine Ecology Progress Series* 183: 263–273.
80. Grémillet D., Stoeck S., Peters G. 2000. Determining food requirements in marine top predators: a comparison of three independent techniques in great Cormorants, *Phalacrocorax carbo carbo*. *Canadian Journal of Zoology* 78(9): 1567–1579.
81. Grémillet D., Kuntz G., Delbart F., Mellet M., Kato A., Robin J.-P., Chaillon P.-E., Gendner J.-P., Lorentsen S.-H., Le Maho Y. 2004. Linking the foraging performance of a marine predator to local prey abundance. *Functional Ecology* 18: 793–801.
82. Grémillet D., Enstipp M.R., Boudiffa M. 2006. Do cormorants injure fish without eating them? An underwater video study. *Marine Biology* 148: 1081–1087.
83. Grémillet D., Nazirides T., Nikolaou H., Crivelli A.J. 2012. Fish are not safe from great cormorants in turbid water. *Aquatic Biology* 15: 187–194.
84. Gwiazda R. 2000. Numbers of non-breeding cormorants and their time budget activity at eutrophic, sub-mountain reservoir in southern Poland. *CRG Bulletin* 4: 26–28.
85. Gwiazda R. 2006. Strategie pokarmowe ptaków rybożernych w warunkach sztucznych zbiorników wodnych Polski Południowej. *Studia Naturae* 51. Wydawnictwo Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, s. 112.
86. Gwiazda R., Amirowicz A. 2010. Towards the optimal foraging strategy: is seasonal shift in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in a dam reservoir the effect of water temperature or size pattern in fish assemblages? *Polish Journal of Ecology* 58: 783–792.
87. Gwiazda R., Jarocho K., Szarek-Gwiazda E. 2010. Impact of a small cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) roost on nutrients and phytoplankton assemblages in the littoral regions of a submontane reservoir. *Biologia* 65: 742–748.
88. Harding L.E., Mesler J.I. 2022. Cormorant abundance, diet, and foraging habits in Arizona. *Journal of Field Ornithology* 93, 6.

89. Heikinheimo O., Marjomäki T.J., Olin M., Rusanen P. 2022. Cormorant predation mortality of perch (*Perca fluviatilis*) in coastal and archipelago areas, northern Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 79(2): 337–349.
90. Herrmann C., Bregnballe T., Larsson K., Ojaste I., Rattiste K. 2011. Population development of Baltic bird species: Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). HELCOM Baltic Sea Environmental Fact Sheet (http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/Cormorant/).
91. Herrmann C., Bregnballe T., Larsson K., Leivits M., Rusanen P. 2018. Population development of Baltic bird species: Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). Update 2018. Online: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/06/BSEFS-Population-development-of-the-Great-Cormorant.pdf>.
92. Hillbricht-Ilkowska A., Jasser I., Zdanowski B. 2008. Przeszłość, terażniejszość i przyszłość ekosystemów wodnych Wielkich Jezior Mazurskich – spojrzenie ekologiczne, perspektywy ochrony. W: Jasser I., Robak S., Zdanowski B. (Red.) Ochrona i rekultywacja wód Wielkich Jezior Mazurskich narzędziem rozwoju naukowego, gospodarczego, społecznego i kulturowego regionu. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 9–18.
93. Jakubas D., Bzoma S. 2015. Czapla siwa *Ardea cinerea* i kormoran *Phalacrocorax carbo*. W: Chylarecki P., Sikora A., Genian Z., Chodkiewicz T. (Red.) Monitoring ptaków lęgowych. Poradnik metodyczny. Wydanie 2. GIOŚ, Warszawa, s. 65–72.
94. Jańczak J. 1999. Atlas jezior Polski. Tom III. IMGW, Oddział w Poznaniu, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, s. 1-240.
95. Jepsen N., Ravn H.D., Pedersen S. 2018. Change of foraging behavior of cormorants and the effect on river fish. *Hydrobiologia* 820: 189–199.
96. Jepsen N., Sonnesen P., Klenke R., Bregnballe T. 2010. The use of coded wire tags to estimate cormorant predation on fish stocks in an estuary. *Marine and Freshwater Biology* 61: 320–329.
97. Jepsen N., Flávio H.D.M., Koed A. 2019. The impact of Cormorant predation on Atlantic salmon and Sea trout smolt survival. *Fisheries Management and Ecology*, 26(2): 183–186.
98. Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M., Lauridsen T., Landkildehus F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology* 45(2): 201–218.
99. Johansen R., Barrett R.T., Pedersen P. 2001. Foraging strategies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* wintering north of the Arctic Circle. *Bird Study* 48: 59–67.
100. Johnson J.H., Ross R.M., McCullough R.D., Mathers A. 2010. A comparative analysis of double-crested cormorant diets from stomachs and pellets from two Lake Ontario colonies. *Journal of Freshwater Ecology* 25: 669–672.
101. Kajtoch Ł., Lešo P., Matysek M., Kata M., Gacek S., Zontek C., Bisztyga A., Gwiazda R. 2017. Do flocks of great cormorants and goosanders avoid spatial overlap in foraging habitat during the non-breeding season? *Aquatic Ecology* 51: 473–483.
102. Kalinowska K., Napiórkowska-Krzebietke A., Bogacka-Kapusta E., Hutorowicz J., Pyka J., Stawecki K., Kapusta A., Chybowski Ł., Traczuk P., Ulikowski D. 2019. Autotroficzne i heterotroficzne organizmy planktonowe towarzyszące zakwitom sinicowym w jeziorze Warnoły. W: Wittbrodt K., Janecki T. (Red.) Mazurski Park Krajobrazowy - różnorodność biologiczna i kulturowa. Wydawnictwo LABRITA, Kętrzyn, s. 16–27.
103. Kalinowska K., Ulikowski D., Traczuk P., Kozłowski M., Kapusta A. 2023. Fish species richness in Polish lakes. *Diversity* 15, 164.
104. Kalinowska K., Napiórkowska-Krzebietke A., Bogacka-Kapusta E., Stawecki K., Traczuk P., Ulikowski D. 2024a. Algae–zooplankton relationships during the year-round cyanobacterial blooms in a shallow lake. *Hydrobiologia* 851: 2025–2040.

105. Kalinowska K., Ulikowski D., Kozłowski M., Traczuk P., Szkudlarek M., Stawecki K., Kapusta A. 2024b. Fish of low commercial value in lakes of different trophic status (Poland). *Diversity* 16, 437.
106. Källo K., Birnie-Gauvin K., Jepsen N., Aarestrup K. 2023. Great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) predation on adult anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Ecology of Freshwater Fish*, 32: 488–495.
107. Kanarek G. 2011. Population biology of *Contraecaecum rudolphii* sensu lato (nematoda) in the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) from northeastern Poland. *Journal of Parasitology* 97: 185–191.
108. Kapusta A., Bogacka-Kapusta E., Wołos A. 2020. Fish and fisheries in the lakes of northeastern Poland. In: Korzeniewska E., Harnisz M. (Eds.) Polish river basins and lakes – Part II: Biological status and water management. The Handbook of Environmental Chemistry 87, Springer Nature Switzerland: 239–249.
109. Kapusta A., Czarkowski T.K., Bogacka-Kapusta E. 2017. Rekomendacje związane z wybranymi problemami gospodarowania zasobami ichtiofauny wód śródlądowych w Polsce, z uwzględnieniem połowów rekreacyjnych. W: Mizieliński M. (Red.) Użytkownik wędkarski 2016. Rola gospodarki wędkarskiej na wodach PZW w świetle zasad zrównoważonego rozwoju. Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, s. 94–115.
110. Keller T. 1995. Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea* 83(1): 185–192.
111. Keller T.M., Visser G.H. 1999. Daily energy expenditure of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering at Lake Chiemsee, southern Germany. *Ardea* 87(1): 61–69.
112. Kempter J., Kowalski P.A., Adamkowska N. 2017. Computational modelling of cormorant swarm. *Ecological Informatics* 35: 59–65.
113. Klimaszuk P., Rzymiski P. 2013. Impact of cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) colonies on microbial pollution in lakes. *Limnological Review* 13: 139–145.
114. Klimaszuk P., Rzymiski P. 2016. The complexity of ecological impacts induced by great cormorants. *Hydrobiologia* 771: 13–30.
115. Klimaszuk P., Joniak T., Rzymiski P. 2014. Roosting colony of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) as a source of nutrients for the lake. *Limnological Review* 14: 111–119.
116. Klimaszuk P., Brzeg A., Rzymiski P., Piotrowicz R. 2015a. Black spots for aquatic and terrestrial ecosystems: impact of a perennial cormorant colony on the environment. *Science of the Total Environment* 517: 222–231.
117. Klimaszuk P., Piotrowicz R., Rzymiski P. 2015b. Changes in physico-chemical conditions and macrophyte abundance in a shallow soft-water lake mediated by a Great Cormorant roosting colony. *Journal of Limnology* 74: 114–122.
118. Kohl F. 2008. Cormorants and protection of fish stocks. A pan-European problem. Paper presented to the Committee on Fisheries, EU Parliament, Brussels, 26 June 2008, s. 39.
119. Kruszewicz A.G. 2021. Ptaki Polski. Tom I. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa, s. 396.
120. Krzywosz T., Traczuk P. 2009. Skład diety kolonii kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) na Jeziorze Dobskim. *Komunikaty Rybackie* 2: 15–19.
121. Krzywosz T., Traczuk P. 2010. Lokalna populacja certy na Mazurach? *Komunikaty Rybackie* 1(114): 22–23.
122. Krzywosz T., Traczuk P. 2013. Populacja lęgowa kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo* w Polsce w 2013 r. *Komunikaty Rybackie* 4: 25–27.
123. Krzywosz T., Szymkiewicz M., Traczuk P. 2009. Rola zwierząt prawnie chronionych w rybactwie woj. warmińsko-mazurskiego. W: Diagnoza aktualnego stanu oraz perspektywy rozwoju rybactwa śródlądowego i nadbrzeżnych obszarów rybackich w województwie warmińsko-mazurskim. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 163–178.

124. Kupren K., Czarkowski T.K., Hakuć-Błażowska A., Świszcz B., Rogulski M., Krygel P. 2018. Socjoekonomiczna charakterystyka wędkarzy w wybranych powiatach województwa warmińsko-mazurskiego. *Studia Obszarów Wiejskich*, 50: 213–226.
125. Lantry B.F., Eckert T.H., Schneider C.P., Chrisman J.R. 2002. The relationship between the abundance of smallmouth bass and double-crested cormorants in the eastern basin of Lake Ontario. *Journal of Great Lakes Research*, 28(2): 193–201.
126. Larsen O.N., Wahlberg M., Christensen-Dalsgaard J. 2020. Amphibious hearing in a diving bird, the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *Journal of Experimental Biology* 223(6), jeb217265.
127. Le Cren E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20: 201–219.
128. Lehtikoinen A. 2005. Prey-switching and diet of the Great Cormorant during the breeding season in the Gulf of Finland. *Waterbirds* 28: 515–515.
129. Lehtikoinen A., Heikinheimo O., Lappalainen A. 2011. Temporal changes in the diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) on the southern coast of Finland-comparison with available fish data. *Boreal Environment Research*. 16 (suppl. B): 61–70.
130. Lehtikoinen A., Heikinheimo O., Lehtonen H., Rusanen P. 2017. The role of cormorants, fishing effort and temperature on the catches per unit effort of fisheries in Finnish coastal areas. *Fisheries Research*, 190: 175–182.
131. Linn I.J., Campbell K.L.I. 1992. Interactions between white-breasted cormorants *Phalacrocorax carbo* (Aves: Phalacrocoracidae) and the fisheries of Lake Malawi. *Journal of Applied Ecology*, 29(3): 619–634.
132. Liordos V., Goutner V. 2007. Diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* L. 1758) at two Greek colonies. *Journal of Biological Research* 7: 51–57.
133. Magath V., Abraham R., Helbing U., Thiel R. 2016. Link between estuarine fish abundances and prey choice of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* (Aves, Phalacrocoracidae). *Hydrobiologia* 763: 313–327.
134. Marquiss M., Carss D.N. 1997. Methods of estimating the diet of sawbill ducks *Mergus* spp. and Cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 247–258.
135. Martyniak A., Mellin M., Stachowiak P., Wittke A. 1997a. Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo* in two colonies in north-east Poland. *Ekologia polska* 45: 245–246.
136. Martyniak A., Terlecki J., Boroń S., Hliwa P., Szamańska U., Gabryś B., Romaniewicz A. 1997b. Diet composition of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* from pellets collected at Kałty Rybackie colony, northern Poland. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 505–510.
137. Martyniak A., Wziątek B., Szamańska U., Hliwa P., Terlecki J. 2003. Diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Kałty Rybackie, NE Poland, as assessed by pellets and regurgitated prey. *Vogelwelt* 124: 217–225.
138. Martyniak A., Wziątek B., Hliwa P. 2007. Ocena presji kormorana czarnego na ichtiofaunę Zbiornika Włocławskiego. *Maszynopis*, s. 14.
139. Marzano M., Carss D.N., Cheyne I. 2013. Managing European cormorant-fisheries conflicts: problems, practicalities and policy. *Fisheries Management and Ecology* 20(5): 401–413.
140. Mehner T., Diekmann M., Brämick U., Lemcke R. 2005. Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human use intensity. *Freshwater Biology* 50: 70–85.
141. Mellin M., Krupa R. 1997. Diet of cormorant, based on the analysis of pellets from breeding colonies in NE Poland. *Proceedings IV European Conference on Cormorants. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 511–516.

142. Mellin M., Mirowska-Ibron I. 1994. Kormoran w północno-wschodniej Polsce i jego wpływ na środowisko. *Przegląd Rybacki* 2: 43–49.
143. Mellin M., Mirowska-Ibron I., Gromadzka J., Krupa R. 1997. Recent development of the Cormorant breeding population in north-eastern Poland. *Proceedings IV European Conference on Cormorants. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 89–95.
144. Mickiewicz M. 2015. Wieloletnie zmiany uciążliwości wybranych czynników utrudniających funkcjonowanie i rozwój gospodarki w obwodach rybackich. W: Mickiewicz M., Wołos A. (Red.) *Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2014 roku*. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn: 75–86.
145. Moravec F., Scholz T. 2016. Helminth parasites of the lesser great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* from two nesting regions in the Czech Republic. *Folia Parasitologica* 63: 022.
146. Musil P., Janda J. 1997. Habitat selection by the cormorant *Phalacrocorax carbo* on south Bohemian fishponds. *Ekologia polska* 45(1): 173–180.
147. Napiórkowska-Krzebietke A., Kalinowska K., Bogacka-Kapusta E., Stawecki K., Traczuk P. 2020. Cyanobacterial blooms and zooplankton structure in lake ecosystem under limited human impact. *Water* 12, 1252.
148. Napiórkowska-Krzebietke A., Kalinowska K., Bogacka-Kapusta E., Stawecki K., Traczuk P. 2021. Persistent blooms of filamentous cyanobacteria in a cormorant-affected aquatic ecosystem: Ecological indicators and consequences. *Ecological Indicators* 124: 107421.
149. Neuman J., Pearl D.L., Ewins P.J., Black R., Weseloh D.V., Pike M., Karwowski K. 1997. Spatial and temporal variation in the diet of double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) breeding on the lower Great Lakes in the early 1990s. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1569–1584.
150. Nilsson L. 2020. Changes in numbers and distribution of wintering waterbirds at the south coast of Scania, Sweden, during 55 winters. 1964–2018. *Ornis Svecica* 30: 38–52.
151. Oehm J., Thalinger B., Mayr H., Traugott M. 2016. Maximizing dietary information retrievable from carcasses of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* using a combined morphological and molecular analytical approach. *Ibis*, 158(1): 51–60.
152. Oehm J., Zitek A., Thalinger B., Tchaikovsky A., Irrgeher J., Prohaska T., Traugott M. 2022. Microchemical provenancing of prey remains in cormorant pellets reveals the use of diverse foraging grounds. *The Journal of Wildlife Management* 86(6), e22248.
153. Onmus O., Soydan E., Tavares J.P. 2024. Population dynamics and wintering strategies of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): what are the factors for selecting wintering sites? *Hydrobiologia*, 850: 151–166.
154. Östman Ö., Bergenius M., Boström M.K., Lunneryd S.G. 2012. Do cormorant colonies affect local fish communities in the Baltic Sea? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69(6): 1047–1055.
155. Ovegård M.K., Öhman K., Mikkelsen J.S., Jepsen N. 2017. Cormorant predation overlaps with fish communities and commercial-fishery interest in a Swedish lake. *Marine and Freshwater Research* 68(9): 1677–1685.
156. Ovegård M.K., Jepsen N., Nord M.B., Petersson E. 2021. Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 22(3): 605–622.
157. Paillisson J.-M., Carpentier A., Le Gentil J., Marion L. 2004. Space utilization by a cormorant (*Phalacrocorax carbo* L.) colony in a multi-wetland complex in accordance with feeding strategies. *Comptes Rendus Biologies* 327: 493–500.
158. Piwernetz D. 2008. „Der Kormoran” und sein Einfluss auf Ökosysteme in Gewässern. *Fischer und Teichwirt* 59: 83–90.
159. Platteeuw M., van Eerden M.R. 1995. Time and energy constraints of fishing behaviour in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 223–234.

160. Polensky J., Regenda J., Adamek Z., Cisar P. 2022. Prospects for the monitoring of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) using a drone and stationary cameras. *Ecological Informatics* 70: 101726.
161. Przybylska K., Żońnierowicz K., Urbańska M., Mazurkiewicz J., Andrzejewski W. 2013. Metody monitoringu dzikich populacji ryb rzek i jezior krajobrazu leśnego. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*. 15, 36(3): 310–316.
162. Przybysz J. 1997. Kormoran. Wydawnictwo Lubelskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin, s. 108.
163. Puchalski W. 1954. Wyspa kormoranów. Wydawnictwo Nasza Księgarnia, Warszawa, s. 180.
164. Reichholf J. 1990. Verzehren überwintern Kormorane (*Phalacrocorax carbo*) abnorm hohe Fischmengen? *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau* 5: 165–174.
165. Ricker W.E. 1971. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Second edition. IBP Handbook no 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, s. 348.
166. Rudstam L.G., Van DeValk A.J., Adams C.M., Coleman J.T.H., Forney J.L., Richmond M.E. 2004. Cormorant predation and the population dynamics of walleye and yellow perch in Oneida Lake. *Ecological Applications* 14: 149–163.
167. Russell I.C., Cook A.C., Ives M.J., Davison P.I. 2022. The diet of two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies wintering at freshwater fishery sites in England and Wales. *Ardea* 109: 443–456.
168. Russell I.C., Cook A.C., Kinsman D.A., Ives M.J., Lower N.J. 2003. Stomach content analyses of great cormorants *Phalacrocorax carbo* at some different fishery types in England and Wales. *Vogelwelt* 124: 255–259.
169. Salmi J.A., Auvinen H., Raitaniemi J., Kurkilahti M., Lilja J., Maikola R. 2015. Perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) in the diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and effects on catches in the Archipelago Sea, Southwest coast of Finland. *Fisheries Research* 164: 26–34.
170. Santoul F., Hougas J.-B., Green A.J., Mastrotillo S. 2004. Diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Malause (South-West France). *Archiv für Hydrobiologie* 160(2): 281–287.
171. Seefelt N.E., Gillingham J.C. 2006. A comparison of three methods to investigate the diet of breeding double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) in the Beaver Archipelago, northern Lake Michigan. *Hydrobiologia* 567: 57–67.
172. Skov H., Jepsen N., Baktoft H., Jansen T., Pedersen S., Koed A. 2014. Cormorant predation on PIT-tagged lake fish. *Journal of Limnology* 73: 177–186.
173. Solon J., Borzyszkowski J., Biłtasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Kraż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E. 2018. Mesoregions of Poland – verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica* 91(2): 143–168.
174. Spurny P., Guziur J. 2002. Presja kormorana (*Phalacrocorax carbo sinensis*) na populacje ryb w rzekach pld. Moraw (Czechy). *Komunikaty Rybackie* 6: 30–34.
175. Steffens W. 2010. Great cormorant – substantial danger to fish populations and fishery in Europe. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 16: 322–331.
176. Steffens W. 2011. Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* is threatening fish populations and sustainable fishing in Europe. *American Fisheries Society Symposium* 75: 189–200.
177. Stempniewicz L., Martyniak A., Borowski W., Goc M. 2003a. Fish stocks, commercial fishing and cormorant predation in the Vistula Lagoon, Poland. In: Cowx I.G. (Ed.) *Interactions between fish and birds: implications for management*. Blackwell, Oxford, s. 51–64.

178. Stempniewicz L., Martyniak A., Borowski W., Goc M. 2003b. Inter-relationships between Ruffe *Gymnocephalus crenus* and Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in the Vistula Lagoon, N Poland. *Vogelwelt* 124: 261–269.
179. Stewart D.C., Middlemas S.J., Gardiner W.R., Mackay S., Armstrong J.D. 2005. Diet and prey selection of cormorants (*Phalacrocorax carbo*) at Loch Leven, a major stocked trout fishery. *Journal of Zoology* 267: 191–201.
180. Suter W. 1997. Cormorant *Phalacrocorax carbo* predation on salmonid fish in two Swiss rivers: the use and abuse of fisheries data in impact assessment. *Ekologia polska* 45: 311–312.
181. Svensson L. 2017. Ptaki. Przewodnik Collinsa. Multico Oficyna Wydawnicza, s. 448.
182. Szczerbowski J.A. 1993. Rybactwo śródlądowe. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 570.
183. Tischler F. 1941. Die Vögel Ostpreußens unter seiner Nachbargebiete. Band 1: Sperlingsvögel bis Raubvögel. Verlag, Königsberg-Berlin.
184. Traczuk P. 2001. Odżywianie się kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) w kolonii lęgowej w Kątach Rybackich. Praca magisterska, UWM Olsztyn.
185. Traczuk P. 2013. Charakterystyka kolonii lęgowych kormorana czarnego w północno-wschodniej Polsce. W: Mickiewicz M. (Red.) Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2012 r. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 81–92.
186. Traczuk P., Kapusta A. 2017. Great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on pikeperch (*Sander lucioperca* L.) in shallow eutrophic lakes in Poland. *Archives of Polish Fisheries* 25: 123–130.
187. Traczuk P., Chybowski Ł., Ulikowski D., Kapusta A. 2016. Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) w północno-wschodniej Polsce – podsumowanie dziesięciu lat badań. W: Mickiewicz M., Wołos A. (Red.) Rybactwo i wędkarstwo w 2015 roku. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 89–102.
188. Traczuk P., Chybowski Ł., Ulikowski D. 2018. Wpływ kormorana na ichtiofaunę i gospodarkę rybacką. W: Wołos A. (Red.) Działania środowiskowe w racjonalnej gospodarce rybackiej. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 119–128.
189. Traczuk P., Ulikowski D., Kalinowska K. 2021. Stomach contents of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* inhabiting northeastern Poland. *Fisheries & Aquatic Life* 29: 201–210.
190. Traczuk P., Kalinowska K., Ulikowski D., Kapusta A. 2023. Protected and alien fish species in Polish lakes in 2014–2021. *Ecology & Hydrobiology* 24 (2): 471–479.
191. Trauttmansdorff J.F.G. 1997. Techniques for assessing cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina* 26: 197–230.
192. Trauttmansdorff J.F.G. 2003. Analysis of great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* stomach contents from different areas of Austria and Liechtenstein. *Vogelwelt* 124: 255–259.
193. Troynikov V., Whitten A., Gorfine H., Pūtys Ž., Jakubavičiūtė E., Ložys L., Dainys J. 2013. Cormorant catch concerns for fishers: Estimating the size-selectivity of a piscivorous bird. *PLoS ONE* 8(11): e77518.
194. Tverin M., Granroth J., Abrahamsson A., Tang P., Pihlström H., Lundström K., Käkälä R. 2021. Adipose tissue fatty acids suggest spatial and temporal dietary differences in great cormorants of the Baltic Sea area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 101: 199–213.
195. Van Eerden M. 2021. Sailing down-wind, a breakwaters' perspective on the Great Cormorant. *ARDEA* 109(3): 265–269.
196. Van Eerden M., van Rijn S., Volponi S., Paquet J.Y., Carss D.N. 2012. Cormorants and the European environment: Exploring cormorant status and distribution on a continental scale; INTERCAFE COST Action 635 Final Report I; NERC/Centre for Ecology & Hydrology on behalf of COST: Lancaster, UK. <http://www.intercafeproject.net>.

197. Van Eerden M.R., Van Rijn S., Kilpi M., Lehtikoinen A., Lilleleht V., Millers K., Gaginskaya A. 2022. Expanding east: Great cormorants *Phalacrocorax carbo* thriving in the eastern Baltic and Gulf of Finland. *Ardea* 109(3): 313–326.
198. Winkler H., Starck C., Myts D. 2012. Pokarm kormorana i możliwy wpływ na rodzime gatunki ryb w Zatoce Pomorskiej u wybrzeży Niemiec. W: Kormoran w aspekcie zrównoważonego korzystania z zasobów rybackich. Wydawnictwo Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia, s. 6-10.
199. Wołos A., Trella M. 2016. Obowiązkowa rejestracja połowów wędkarskich – poziom wiarygodności danych i ich użyteczność w określaniu stanu zasobów ryb. *Roczniki Naukowe PZW*, s.191–210.
200. Wołos A., Draszkiewicz-Mioduszevska H., Mickiewicz M. 2013. Analiza jeziorowej produkcji rybackiej w 2012 roku. W: Mickiewicz M. (Red.) Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2012 roku. Wydawnictwo Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, s. 9-19.
201. Wziątek B. 2003. Ocena presji kormorana czarnego *Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) na ichtiofaunę na przykładzie trzech kolonii w północno-wschodniej Polsce. Praca doktorska. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
202. Wziątek B. 2012. Wstępne badania nad odżywianiem się kormoranów w Bieszczadach. *Sztuka łowienia na sztuczną muchę* 12: 76–79.
203. Wziątek B. 2013. Udział w pokarmie kormorana (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.) zagrożonych i cennych gospodarczo gatunków ryb w różnych typach żerowisk na obszarze Polski północnej, centralnej i wschodniej. *Rozprawy i Monografie, Wydawnictwo Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn*, s. 68.
204. Wziątek B., Konieczny P. 2012. Pokarm nurogęsi *Mergus merganser* L. żerujących zimą na Sanie pomiędzy Zwierzyniem a Leskiem (południowo-wschodnia Polska). *Komunikaty Rybackie* 3: 9–13.
205. Wziątek B., Martyniak A., Szymańska U., Kozłowski J., Dostatni D. 2003. Composition of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) diet in the Drawien National Park, NW – Poland. *Vogelwelt* 123: 291–298.
206. Wziątek B., Martyniak A., Hliwa P., Kozłowski J., Krzywosz T., Osewski M., Sobocki M., Szymańska W., Gomułka P. 2005. Great Cormorant predation on coregoni fishes at seven sites in Poland. *Archiv für Hydrobiologie Advances in Limnology* 60: 285–297.
207. Wziątek B., Martyniak A., Mierzejewska K., Kozłowski J., Osewski M. 2010a. Możliwość wykorzystania barwników fluorescencyjnych w badaniach nad odżywianiem się ptaków rybożernych na przykładzie kormorana czarnego i sielawy w Wigierskim Parku Narodowym. *Rocznik Augustowsko-Suwalski* 10: 41–44.
208. Wziątek B., Martyniak A., Stańczak K. 2010b. Presja kormorana *Phalacrocorax carbo sinensis* na ichtiofaunę Zbiornika Włocławskiego w latach 2005-2009. *Komunikaty Rybackie* 5: 16–19.
209. Wziątek B., Martyniak A., Hliwa P., Dostatni D., Poczyczyński P. 2011a. The influence of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* on fishery management, Lake Wulpińskie, Mazurian Poland. In: van Eerden M.R., Rijn S. (Eds.) *Proceedings 5th International Conference on Cormorants*, Villeneuve, Switzerland 23-26 November 2005. Wetlands International-IUCN Cormorant Research Group, Lelystad, s. 164–169.
210. Wziątek B., Martyniak A., Hliwa P., Mierzejewska K., Kozłowski J., Poczyczyński P., Szymańska U. 2011b. Round Goby (*Neogobius melanostomus* Pall) in the diet of cormorant at Kąty Rybackie breeding colony in 1998-2002. In: van Eerden M. R., Rijn S. (Eds.) *Proceedings 7th International Conference on Cormorants*, Villeneuve, Switzerland 23-26 November 2005. Wetlands International-IUCN Cormorant Research Group, Lelystad, s. 120–125.

211. Wziątek B., Martyniak A., Krzywosz T., Mierzejewska K., Kozłowski J., Szymańska U., Mellin M. 2011c. Composition of the cormorants diet in a breeding colony and night roost in Mamry Lake complex North Eastern Poland. In: van Eerden M.R., Rijn S. (Eds.) Proceedings 7th International Conference on Cormorants, Villeneuve, Switzerland 23-26 November 2005. Wetlands International-IUCN Cormorant Research Group, Lelystad, s. 112–119.
212. Zdanowski B., Hutorowicz A. 1994. Salinity and trophy of Great Masurian Lakes (Masurian Lakeland, Poland). *Ekologia polska* 42(3-4): 317–331.

6. Załączniki

6.1. Spis tabel

Tabela 1. Charakterystyka morfometryczna jezior trzech gospodarstw rybackich według Jańczaka (1999). Kolorem niebieskim zaznaczono objęte badaniami jeziora, na których usytuowane są kolonie lęgowe kormorana. Jeziora w poszczególnych gospodarstwach rybackich uszeregowano zgodnie ze wzrastającą ich powierzchnią. b.d. – brak danych, * – dane według Cydzik i in. 1992	57
Tabela 2. Liczba gniazd kormoranów, liczba wyjazdów oraz liczba ryb wykrztuszonych w koloniach usytuowanych na jeziorach w poszczególnych latach badań.....	58
Tabela 3. Szczegółowe zestawienie liczby ryb wykrztuszonych, zebranych podczas kolejnych wyjazdów do kolonii lęgowych kormorana, usytuowanych na poszczególnych jeziorach.* – dwa wyjazdy w krótkim odstępie czasu (19 i 22.06 oraz 25 i 26.06), (–) brak wyjazdu	58
Tabela 4. Skład gatunkowy ryb w diecie kormorana w badanych koloniach lęgowych. = – obecność gatunku.....	59
Tabela 5. Liczba ryb wykrztuszonych znalezionych w koloniach lęgowych kormorana w poszczególnych latach	60
Tabela 6. Średnie (\pm odchylenie standardowe) oraz zakresy (w nawiasach) długości ciała ryb wykrztuszonych (SL) w badanych jeziorach.....	61
Tabela 7. Występowanie gatunków ryb (x) w połowach komercyjnych w analizowanych jeziorach i latach badań	62
Tabela 8. Gatunki ryb stwierdzone w diecie kormorana oraz w połowach komercyjnych w poszczególnych gospodarstwach rybackich w latach 2008-2009 (Gospodarstwo Rybackie w Giżycku), 2009-2010 (Gospodarstwo Rybackie Śniardwy) i 2010-2011 (Gospodarstwo Rybackie Bogaczewo)	63
Tabela 9. Porównanie liczby żerujących kormoranów dorosłych, czasu żerowania, biomasy ryb złowionych przez kormorany (dawka pokarmowa 0,4kg/ryby/dzień) w koloniach lęgowych kormorana oraz biomasy ryb w połowach gospodarczych w gospodarstwach rybackich w analizowanych latach.....	63

6.2. Spis rysunków

Rys. 1. Mapa usytuowania jezior użytkowanych przez analizowane gospodarstwa rybackie. Kolorem niebieskim oznaczono jeziora użytkowane przez gospodarstwa rybackie, kolorem czerwonym oznaczono jeziora użytkowane przez gospodarstwa rybackie, na których znajdują się analizowane kolonie lęgowe kormorana. Okręgiem (czarna linia) o promieniu 20 kilometrów oznaczono potencjalny zasięg żerowania kormoranów. Punktami (kolor czarny) oznaczono inne kolonie lęgowe kormorana na przedstawionym terenie.	64
Rys. 2. Frekwencja występowania gatunków ryb wykrztuszonych w poszczególnych latach i koloniach lęgowych kormorana. A – Jezioro Dobskie, B – jezioro Warnońty, C – jezioro Marąg.	65
Rys. 3. Frekwencja występowania gatunków ryb wykrztuszonych we wszystkich próbach (n = 99) zebranych w koloniach lęgowych kormorana na jeziorach: Dobskie, Warnońty i Marąg.	66
Rys. 4. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na Jeziorze Dobskim w roku 2008 (A) i 2009 (B).	66
Rys. 5. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na jeziorze Warnońty w roku 2009 (A) i 2010 (B).	67
Rys. 6. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na jeziorze Marąg w roku 2010 (A) i 2011 (B).	68
Rys. 7. Struktura udziału liczbowego (%) ryb wykrztuszonych w koloniach lęgowych kormorana w poszczególnych latach badań.	69
Rys. 8. Struktura udziału w biomase (%) ryb wykrztuszonych w poszczególnych latach badań i koloniach lęgowych kormorana.	69
Rys. 9. Średni z obu lat badań udział (%) gatunków ryb w liczebności (A) i biomase (B) ryb wykrztuszonych w diecie kormorana w poszczególnych koloniach lęgowych kormorana.	70
Rys. 10. Porównanie struktury diety kormorana (udział % ryb różnych gatunków/grup w liczebności) w poszczególnych latach badań i koloniach kormorana.	71
Rys. 11. Porównanie struktury diety kormorana (udział % ryb różnych gatunków/grup w biomase) w poszczególnych latach badań i koloniach kormorana.	71
Rys. 12. Długość ciała (SL, cm) najliczniejszych gatunków ryb wykrztuszonych w badanych jeziorach: płoci (A), okonia (B), leszcza (C), lina (D), szczupaka (E), uklei (F), wzdreği (G), krąpia (H) i jazgarza (I) Wartości średnie ± odchylenie standardowe oraz minimalne i maksymalne.	72
Rys. 13. Rozkład długości ciała (cm) płoci w poszczególnych koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.	73
Rys. 14. Rozkład długości ciała (cm) okonia w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.	73

Rys. 15. Rozkład długości ciała (cm) leszcza w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.	74
Rys. 16. Rozkład długości ciała (cm) lina w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.	74
Rys. 17. Rozkład długości ciała (cm) szczupaka w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.	75
Rys. 18. Liczebność wybranych gatunków ryb wykrztuszonych oraz porównanie rozkładu długości ciała (SL, cm) ryb-ofiar w pokarmie kormorana.....	75
Rys. 19. Roczna wydajność połowowa (kg/ha) w poszczególnych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku (Dobskie, Kisajno, Dargin, Łabap, Niegocin, Buwełno, Jagodne), Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy (Warnoły, Śniardwy, Seksty) oraz Zakładu Rybackiego Bogaczewo (Marąg, Narie, Bartężek, Ruda Woda, Gil, Żabi Róg) w latach 2006-2013.....	76
Rys. 20. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku w latach 2008-2009.	76
Rys. 21. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy w latach 2009-2010.....	77
Rys. 22. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Zakładu Rybackiego Bogaczewo w latach 2010-2011.....	77
Rys. 23. Porównanie średniego udziału procentowego gatunków w biomacie odłowionych ryb w analizowanych odłowach komercyjnych Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku (2008-2009 r.), Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy (2009-2010 r.) i Zakładu Rybackiego Bogaczewo (2010-2011 r.).	78
Rys. 24. Porównanie struktury odłowów komercyjnych (udział % ryb różnych gatunków/grup w biomacie) w poszczególnych latach badań i gospodarstwach rybackich.	78
Rys. 25. Średni udział (%) wybranych gatunków w biomacie ryb odłowionych przez kormorany i rybaków w analizowanych koloniach lęgowych kormorana oraz gospodarstwach rybackich.	79

6.3. Tabele

TABELA 1

Charakterystyka morfometryczna jezior trzech gospodarstw rybackich według Jańczaka (1999). Kolorem niebieskim zaznaczono objęte badaniami jeziora, na których usytuowane są kolonie lęgowe kormorana. Jeziora w poszczególnych gospodarstwach rybackich uszeregowano zgodnie ze wzrastającą ich powierzchnią. *b.d.* – brak danych, * – dane według Cydzik i in. 1992

Jezioro	Powierzchnia (ha)	Głębokość (m)	
		maksymalna	średnia
Gospodarstwo Rybackie Giżycko			
Popówka Wielka	7	6,0	2,9
Byczek	15	9,1	3,6
Wojsak	35	1,9	b.d.
Okrągłe (k. Szczybałt)	38	7,3	3,8
Sztynorckie	47	3,1	1,9
Skarż Wielki	50	2,5	0,8
Ublik Mały	87	26,5	11,3
Wojnowo	176	14,2	6,3
Ublik Wielki	193	32,5	9,0
Łabap*	350	13,4	8,5
Buwełno	360	49,1	12,4
Jagodne	943	37,4	8,7
Dobskie	1776	22,5	7,8
Kisajno	1896	25,0	8,4
Niegocin	2600	39,7	10,0
Dargin	3030	37,6	10,6
Gospodarstwo Rybackie Śniardwy			
Wejsunek	38	11,8	3,6
Tuchlin	219	4,9	2,8
Tyrkło	236	29,2	9,7
Warnoŧy	338	5,3	2,3
Seksty*	370	6,3	2,6
Śniardwy	11340	23,4	5,8
Gospodarstwo Rybackie Bogaczewo			
Żabi Róg	24	6,8	3,6
Bartężek	378	15,0	5,1
Marąg	393	20,1	8,0
Gil	539	20,0	7,2
Ruda Woda	654	27,8	10,6
Narie	1240	43,8	10,0

TABELA 2

Liczba gniazd kormoranów, liczba wyjazdów oraz liczba ryb wykrztuszonych w koloniach usytuowanych na jeziorach w poszczególnych latach badań

Jezioro	Rok	Liczba gniazd kormoranów	Liczba wyjazdów	Liczba ryb wykrztuszonych
Dobskie	2008	764	22	3104
	2009	618	16	2888
Warnońty	2009	1345	20	3019
	2010	1401	21	3720
Marąg	2010	554	12	1137
	2011	485	11	1138

TABELA 3

Szczegółowe zestawienie liczby ryb wykrztuszonych, zebranych podczas kolejnych wyjazdów do kolonii lęgowych kormorana, usytuowanych na poszczególnych jeziorach.* – dwa wyjazdy w krótkim odstępie czasu (19 i 22.06 oraz 25 i 26.06), (–) brak wyjazdu

Data	Dobskie		Warnońty		Marąg	
	2008	2009	2009	2010	2010	2011
28.03	53	–	–	–	–	–
04.04	87	–	–	–	–	–
9-11.04	365	160	102	–	–	–
15-18.04	191	69	88	–	–	58
22-25.04	180	142	92	288	–	42
28.04.-02.05	111	99	42	119	41	139
05-09.05	20	115	27	331	29	74
13-17.05	103	43	15	153	15	5
20-23.05	82	94	32	47	–	4
26-29.05	255	37	23	19	43	8
01-06.06	152	34	6	22	84	199
09-13.06	226	248	27	319	131	–
17-24.06	244	631	200; 533*	282	265	418
25-27.06	104	–	407; 446*	569	335	–
01-04.07	472	750	540	875	169	136
08-11.07	41	374	363	136	16	55
15-18.07	19	41	15	78	7	–
22-25.07	1	42	52	52	2	–
27.07-01.08	63	9	7	111	–	–
02-08.08	165	–	2	38	–	–
09.08, 15.08	156	–	–	141	–	–
20.08, 22.08	14	–	–	9	–	–
26-29.08	0	–	–	47	–	–
05-06.09	0	–	–	59	–	–
23.09	–	–	–	25	–	–
Łącznie	3104	2888	3019	3720	1137	1138

TABELA 4

Skład gatunkowy ryb w diecie kormorana w badanych koloniach lęgowych. ● – obecność gatunku

Nazwa zwyczajowa	Nazwa naukowa	Dobskie		Warnotty		Marąg	
		2008	2009	2009	2010	2010	2011
Węgorz	<i>Anguilla anguilla</i>	●	●	●	●	●	
Karp	<i>Cyprinus carpio</i>	●	●			●	●
Karaś pospolity	<i>Carassius carassius</i>	●	●	●	●	●	●
Amur biały	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	●					
Kiełb	<i>Gobio gobio</i>	●	●				
Lin	<i>Tinca tinca</i>	●	●	●	●	●	●
Leszcz	<i>Abramis brama</i>	●	●	●	●	●	●
Krąp	<i>Blicca bjoerkna</i>	●	●	●	●	●	●
Certa	<i>Vimba vimba</i>			●	●		
Płoc	<i>Rutilus rutilus</i>	●	●	●	●	●	●
Wzdreęga	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	●	●	●	●	●	●
Boleń	<i>Leuciscus aspius</i>			●			
Jaź	<i>Leuciscus idus</i>						●
Ukleja	<i>Alburnus alburnus</i>	●	●	●	●	●	●
Koza	<i>Cobitis taenia</i>	●	●				
Sum	<i>Silurus glanis</i>					●	
Szczupak	<i>Esox lucius</i>	●	●	●	●	●	●
Stynka	<i>Osmerus eperlanus</i>			●			
Sielawa	<i>Coregonus albula</i>	●					
Miętus	<i>Lota lota</i>	●	●				●
Ciernik	<i>Gasterosteus aculeatus</i>			●		●	
Okoń	<i>Perca fluviatilis</i>	●	●	●	●	●	●
Jazgarz	<i>Gymnocephalus cernua</i>	●	●	●	●	●	●
Sandacz	<i>Sander lucioperca</i>	●		●	●	●	●
Liczba gatunków ryb		18	15	16	13	15	14
Liczba gatunków ryb w kolonii		18		16		17	

TABELA 5

Liczba ryb wykrztuszonych znalezionych w koloniach lęgowych kormorana w poszczególnych latach

Gatunek	Dobskie		Warnoły		Marąg		Łącznie
	2008	2009	2009	2010	2010	2011	
Węgorz	2	1	13	8	3	–	27
Szczupak	32	53	50	69	27	23	254
Sandacz	1	–	10	24	11	2	48
Okoń	634	586	776	1246	359	348	3949
Leszcz	63	64	693	543	46	30	1439
Krąp	132	58	54	36	56	63	399
Lin	71	74	55	56	68	34	358
Płoc	1545	1739	741	1101	399	304	5829
Wzdreęga	14	6	9	12	14	3	58
Karaś	33	36	4	1	45	33	152
Karp	13	3	–	–	9	16	41
Sielawa	2	–	–	–	–	–	2
Ukleja	418	175	530	439	94	274	1930
Jazgarz	135	60	69	182	4	6	456
Miętus	6	22	–	–	–	1	29
Certa	–	–	5	3	–	–	8
Koza	1	6	–	–	–	–	7
Stynka	–	–	6	–	–	–	6
Kiełb	1	5	–	–	–	–	6
Ciernik	–	–	2	–	1	–	3
Boleń	–	–	2	–	–	–	2
Sum	–	–	–	–	1	–	1
Jaź	–	–	–	–	–	1	1
Amur	1	–	–	–	–	–	–
Razem	3104	2888	3019	3720	1137	1138	15006

TABELA 6

Średnie (\pm odchylenie standardowe) oraz zakresy (w nawiasach) długości ciała ryb wykrztuszonych (SL) w badanych jeziorach

Gatunek	Dobskie		Warnoły		Marąg	
	2008	2009	2009	2010	2010	2011
Płoc	11,9 \pm 3,0 (5,7-25,7)	11,3 \pm 2,9 (4,4-23,8)	14,2 \pm 3,1 (5,7-25,2)	13,3 \pm 3,2 (6,2-23,1)	11,0 \pm 2,6 (6,4-20,6)	10,3 \pm 3,0 (5,5-23,2)
Okoń	8,8 \pm 2,1 (5,0-24,7)	9,7 \pm 1,9 (5,6-24,8)	9,8 \pm 2,6 (5,1-20,8)	9,3 \pm 2,0 (5,3-23,2)	9,6 \pm 2,8 (5,3-26,5)	8,3 \pm 2,0 (5,5-21,4)
Ukleja	9,7 \pm 1,2 (6,4-13,0)	9,6 \pm 1,4 (6,6-13,7)	10,3 \pm 1,1 (5,0-12,6)	9,0 \pm 1,6 (5,1-12,5)	9,8 \pm 1,1 (6,8-12,8)	9,8 \pm 1,4 (5,5-13,0)
Jazgarz	7,0 \pm 1,1 (4,7-10,7)	6,7 \pm 1,8 (3,7-16,5)	7,6 \pm 1,3 (5,0-10,9)	7,1 \pm 1,0 (5,0-10,2)	8,9 \pm 1,7 (7,2-11,1)	8,5 \pm 0,7 (6,8-9,0)
Krap	11,1 \pm 2,4 (5,8-19,6)	11,7 \pm 2,0 (7,2-15,7)	11,5 \pm 3,5 (5,5-18,6)	10,4 \pm 2,3 (7,1-16,2)	10,4 \pm 2,4 (6,5-16,5)	9,1 \pm 1,9 (5,9-14,4)
Lin	18,9 \pm 4,8 (8,2-28,1)	18,7 \pm 5,5 (6,0-28,3)	23,0 \pm 2,8 (16,1-29,2)	22,0 \pm 3,2 (10,0-27,5)	19,2 \pm 4,5 (7,8-27,5)	20,0 \pm 3,8 (10,2-24,9)
Leszcz	17,0 \pm 4,8 (5,2-28,3)	18,0 \pm 3,71 (7,8-24,7)	17,6 \pm 3,3 (5,4-29,2)	16,1 \pm 3,6 (5,2-25,3)	14,8 \pm 4,7 (7,2-25,4)	15,1 \pm 4,4 (7,5-22,8)
Karaś	9,4 \pm 2,4 (5,6-15,1)	11,2 \pm 3,3 (5,6-19,2)	14,9 \pm 2,9 (12,3-24,6)	12,1	10,0 \pm 2,5 (7,0-18,4)	11,5 \pm 3,3 (6,0-23,1)
Wzdreaga	15,6 \pm 2,9 (11,2-23,4)	13,6 \pm 3,9 (8,3-18,8)	21,4 \pm 3,9 (12,3-24,6)	19,0 \pm 2,5 (14,3-21,5)	13,7 \pm 4,0 (8,4-21,0)	15,6 \pm 8,4 (10,8-23,1)
Szczupak	28,7 \pm 7,0 (16,3-39,4)	26,9 \pm 6,5 (10,1-38,2)	26,7 \pm 5,4 (15,2-44,3)	25,7 \pm 5,8 (10,4-38,1)	22,6 \pm 6,0 (12,1-37,0)	26,0 \pm 6,6 (10,8-39,8)
Węgorz	44,1 \pm 13,3 (34,7-53,5)	29,6	44,1 \pm 10,1 (23,7-63,7)	46,4 \pm 6,8 (37,4-60,3)	56,7 \pm 16,0 (39,5-71,2)	
Sandacz	38,1		26,4 \pm 7,3 (16,9-37,2)	25,0 \pm 4,5 (17,7-32,5)	28,7 \pm 5,7 (17,5-38,1)	27,0 \pm 6,4 (22,5-31,5)
Miętus	16,4 \pm 6,6 (9,4-28,5)	16,5 \pm 5,0 (9,7-33,1)				27,6
Karp	15,5 \pm 4,0 (10,7-23,5)	15,3 \pm 2,8 (12,5-18,1)			17,5 \pm 4,0 (11,7-23,1)	17,1 \pm 1,7 (15,0-21,1)
Sielawa	18,8 \pm 1,5 (17,7-19,8)					
Amur	12,6					
Certa			14,0 \pm 4,0 (8,6-19,7)	15,8 \pm 0,9 (15,0-16,8)		
Stynka			8,4 \pm 0,6 (7,6-9,2)			
Kiełb	6,0	9,8 \pm 1,1 (8,6-11,6)				
Koza	7,3	7,3 \pm 0,7 (6,2-8,2)				
Ciernik			5,2 \pm 0,1 (5,1-5,3)		7,7	
Jaź						18,2
Boleń			24,9 \pm 1,1 (24,1-25,7)			
Sum					10,1	

TABELA 7

Występowanie gatunków ryb (x) w połowach komercyjnych w analizowanych jeziorach i latach badań

		Karaś	Karp	Krąp	Leszcz	Lin	Miętus	Okoń	Płoć i wzdręga	Sandacz	Sieja	Sielawa	Stynka	Sum	Szczupak	Tołpyga	Węgorz
Gospodarstwo Rybackie w Giżycku																	
Dobskie	2008	x		x	x	x		x	x						x		x
	2009	x		x	x	x		x	x						x		x
Kisajno	2008	x		x	x	x		x	x						x		x
	2009	x		x	x	x		x	x						x		x
Dargin	2008	x	x	x	x	x	x	x	x			x			x		x
	2009	x		x	x	x	x	x	x			x	x		x		x
Łabap	2008			x	x	x		x	x		x	x			x		x
	2009			x	x	x		x	x						x		x
Niegocin	2008	x		x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x
	2009	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		x
Buwełno	2008	x		x	x	x		x	x			x			x		
	2009	x		x	x	x		x	x			x			x		x
Jagodne	2008	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		x
	2009	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x		x
Gospodarstwo Rybackie Śniardwy																	
Warnotty	2009	x			x	x		x	x	x					x		
	2010	x			x	x			x	x					x		
Śniardwy	2009	x			x	x		x	x	x	x				x	x	x
	2010	x			x	x		x	x	x	x				x		x
Seksty	2009	x			x	x		x	x	x	x				x		x
	2010	x			x	x		x	x	x	x				x		x
Zakład Rybacki Bogaczewo																	
Marąg	2010	x			x	x		x	x						x		x
	2011	x	x		x	x		x	x						x		
Narie	2010	x	x		x	x		x	x		x	x			x		x
	2011	x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x
Bartężek	2010	x	x		x	x	x	x	x	x					x		x
	2011	x			x	x		x	x	x					x		
Ruda Woda	2010	x	x		x	x		x	x	x					x		x
	2011	x	x		x	x		x	x	x					x		x
Gil	2010		x		x	x		x	x		x				x		x
	2011		x		x	x		x	x		x				x		x
Żabi Róg	2010	x			x	x		x	x						x		x
	2011	x			x	x		x	x	x					x		x

TABELA 8

Gatunki ryb stwierdzone w diecie kormorana oraz w połowach komercyjnych w poszczególnych gospodarstwach rybackich w latach 2008-2009 (Gospodarstwo Rybackie w Giżycku), 2009-2010 (Gospodarstwo Rybackie Śniardwy) i 2010-2011 (Gospodarstwo Rybackie Bogaczewo)

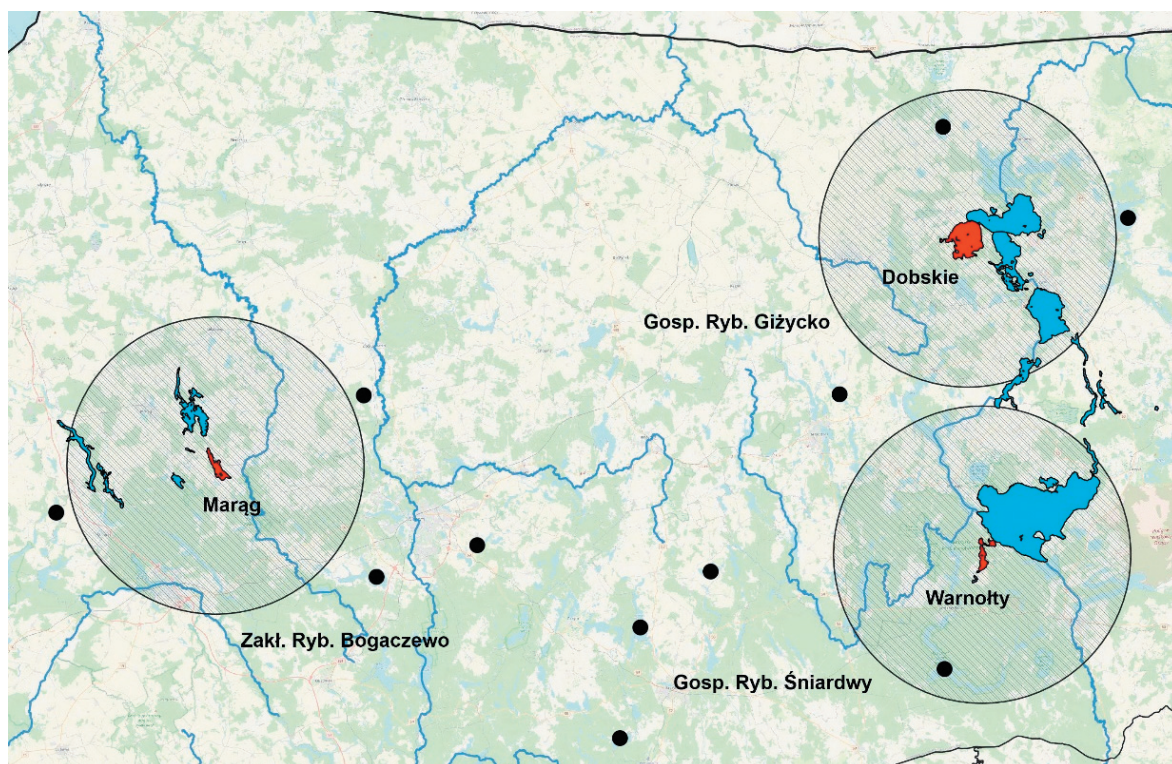
Gatunek	Kolonie lęgowe			Gospodarstwa rybackie		
	Dobskie	Warnoły	Marąg	Giżycko	Śniardwy	Bogaczewo
Węgorz	●	●	●	●	●	●
Szczupak	●	●	●	●	●	●
Sandacz	●	●	●	●	●	●
Okoń	●	●	●	●	●	●
Leszcz	●	●	●	●	●	●
Krąp	●	●	●	●		
Lin	●	●	●	●	●	●
Płoć	●	●	●	●	●	●
Wzdreğa	●	●	●	●	●	●
Karaś	●	●	●	●	●	●
Karp	●		●	●		●
Ukleja	●	●	●			
Jazgarz	●	●	●			
Miętus	●		●	●		●
Sielawa	●			●		●
Sieja				●	●	●
Stynka		●		●		
Certa		●				
Koza	●					
Kiełb	●					
Ciernik		●	●			
Boleń		●				
Sum			●			●
Jaź			●			
Amur	●					
Tołpyga				●	●	
Liczba gatunków ryb	18	16	17	16	11	14

TABELA 9

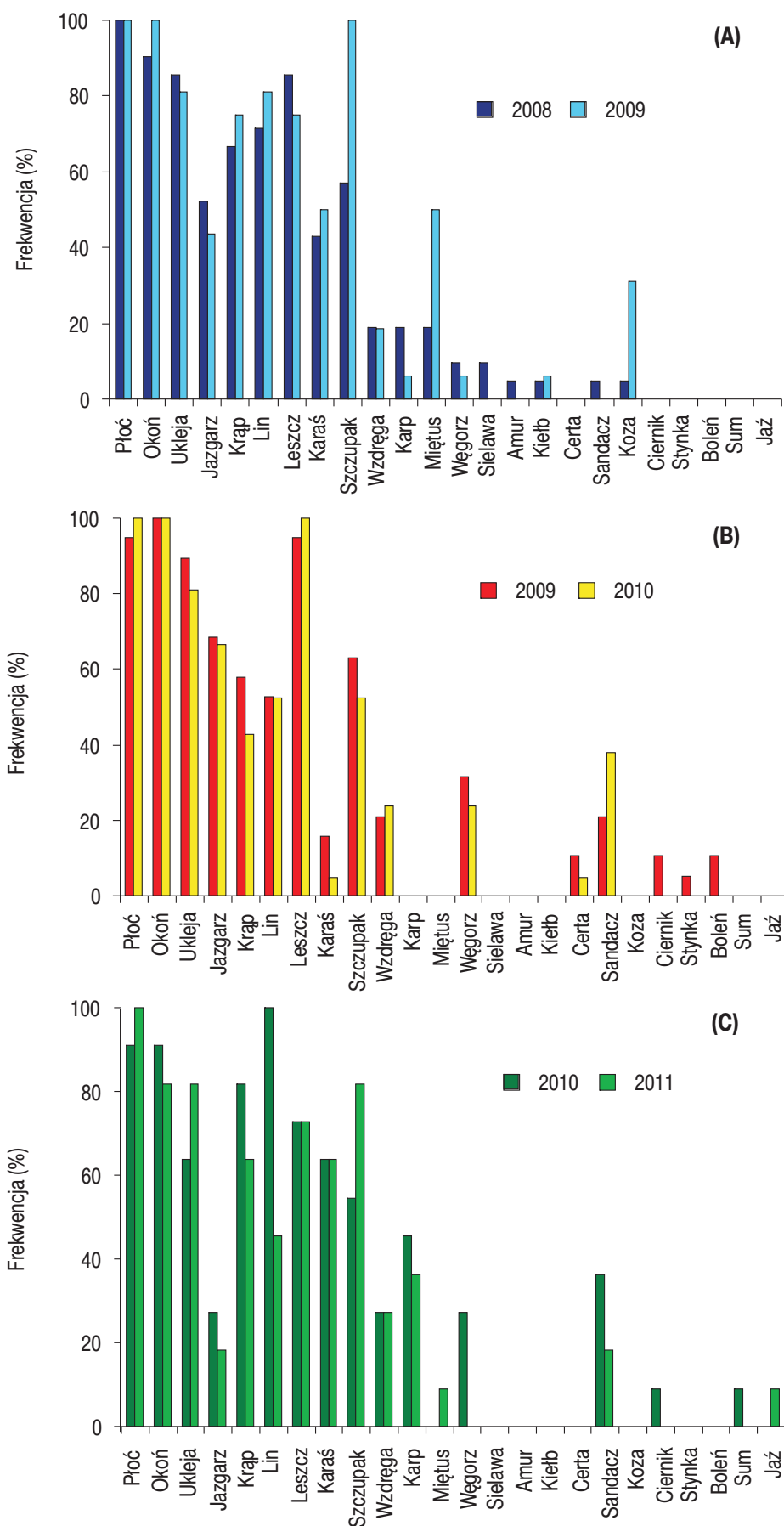
Porównanie liczby żerujących kormoranów dorosłych, czasu żerowania, biomasy ryb złowionych przez kormorany (dawka pokarmowa 0,4kg/ryby/dzień) w koloniach lęgowych kormorana oraz biomasy ryb w połowach gospodarczych w gospodarstwach rybackich w analizowanych latach.

Kolonia lęgowa/ Gospodarstwo Rybackie	Rok badań	Liczba kormoranów (os.)	Okres żerowania (dni)	Półow kormorana (kg)	Półow gospodarczy (kg)
Dobskie/Giżycko	2008	1528	154	94124	79662
	2009	1236	112	55372	83727
Warnoły/Śniardwy	2009	2690	140	150640	88914
	2010	2802	147	164757	107143
Marąg/Bogaczewo	2010	1108	84	37228	33974
	2011	970	77	29876	31040

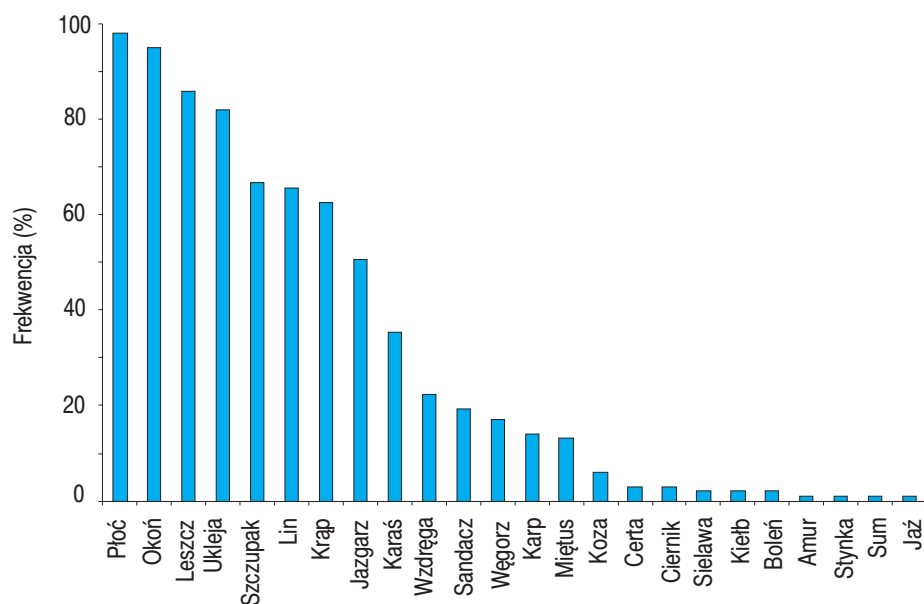
6.4. Rysunki



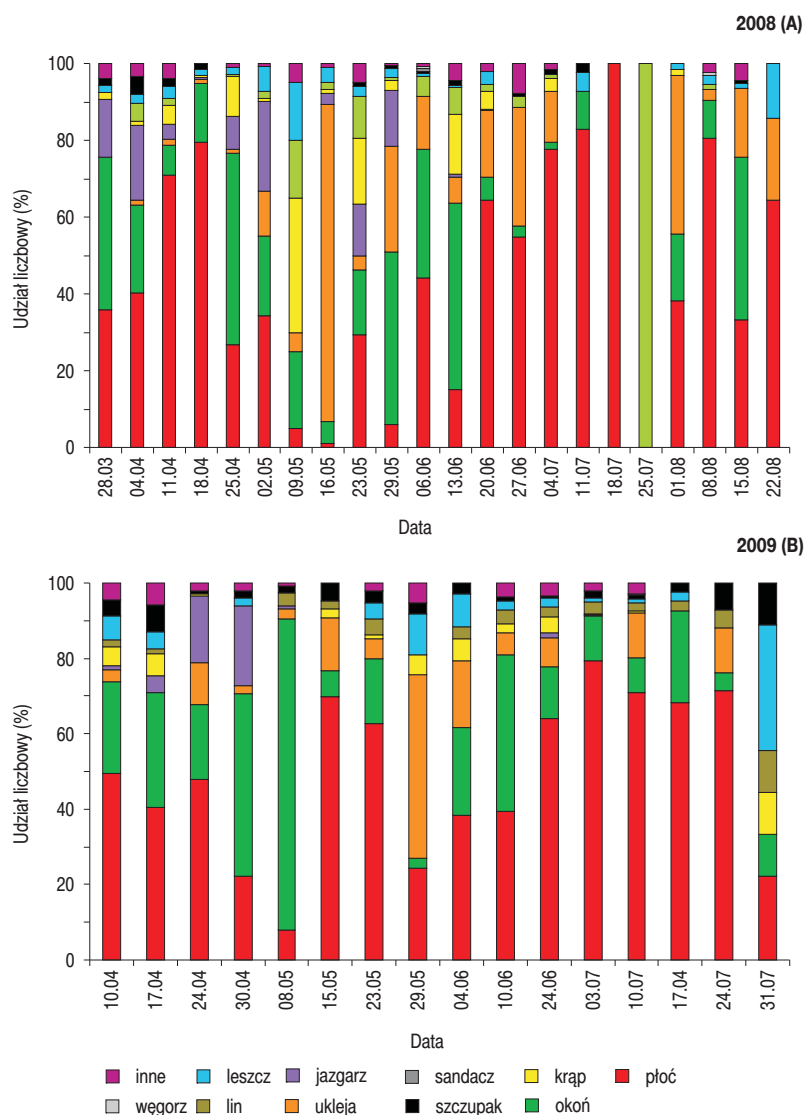
Rys. 1. Mapa usytuowania jezior użytkowanych przez analizowane gospodarstwa rybackie. Kolorem niebieskim oznaczono jeziora użytkowane przez gospodarstwa rybackie, kolorem czerwonym oznaczono jeziora użytkowane przez gospodarstwa rybackie, na których znajdują się analizowane kolonie lęgowe kormorana. Okręgiem (czarna linia) o promieniu 20 kilometrów oznaczono potencjalny zasięg żerowania kormoranów. Punktami (kolor czarny) oznaczono inne kolonie lęgowe kormorana na przedstawionym terenie.



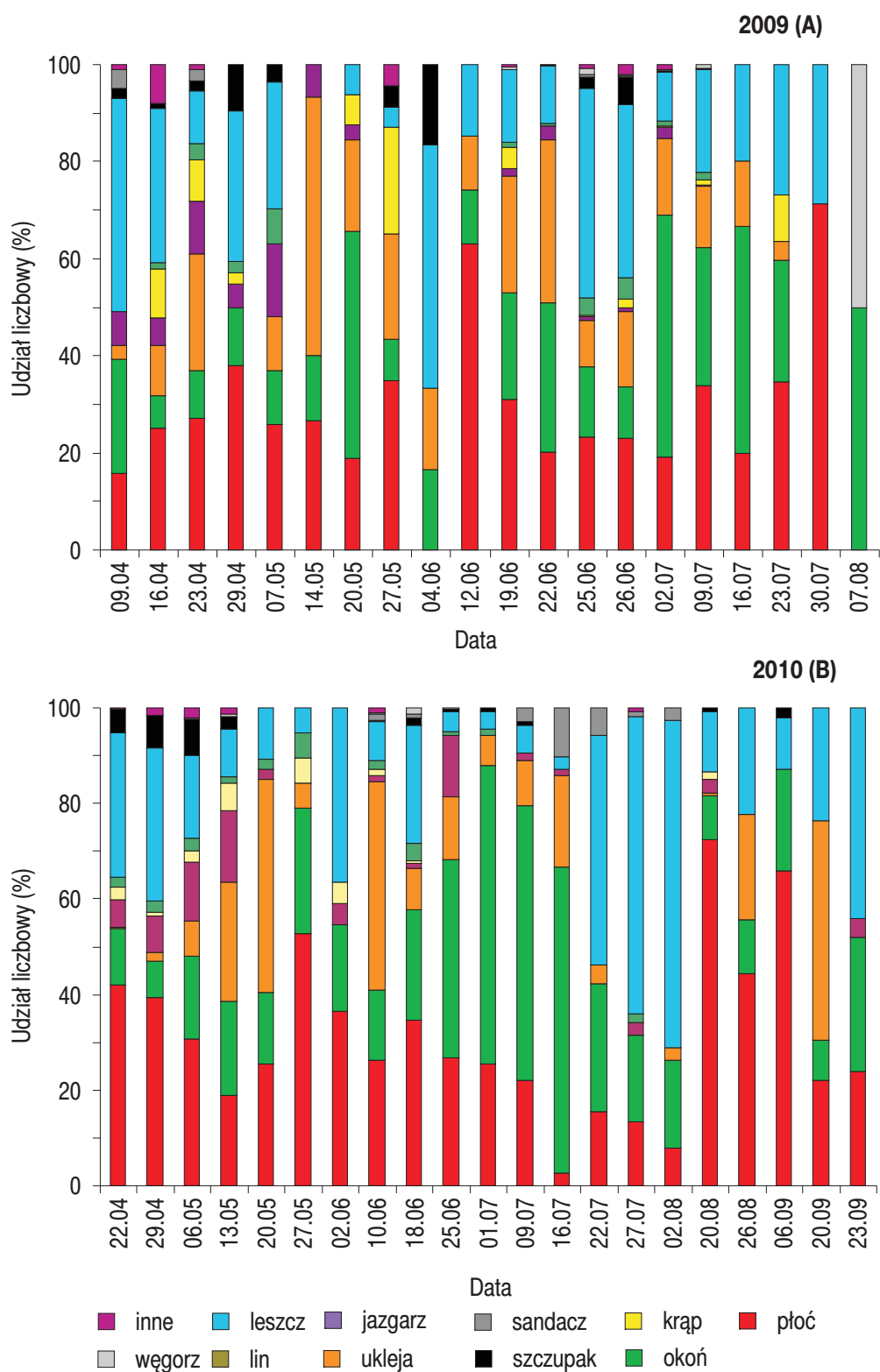
Rys. 2. Frekwencja występowania gatunków ryb wykrztuszonych w poszczególnych latach i koloniach lęgowych kormorana. A – Jezioro Dobskie, B – jezioro Warnońty, C – jezioro Marąg.



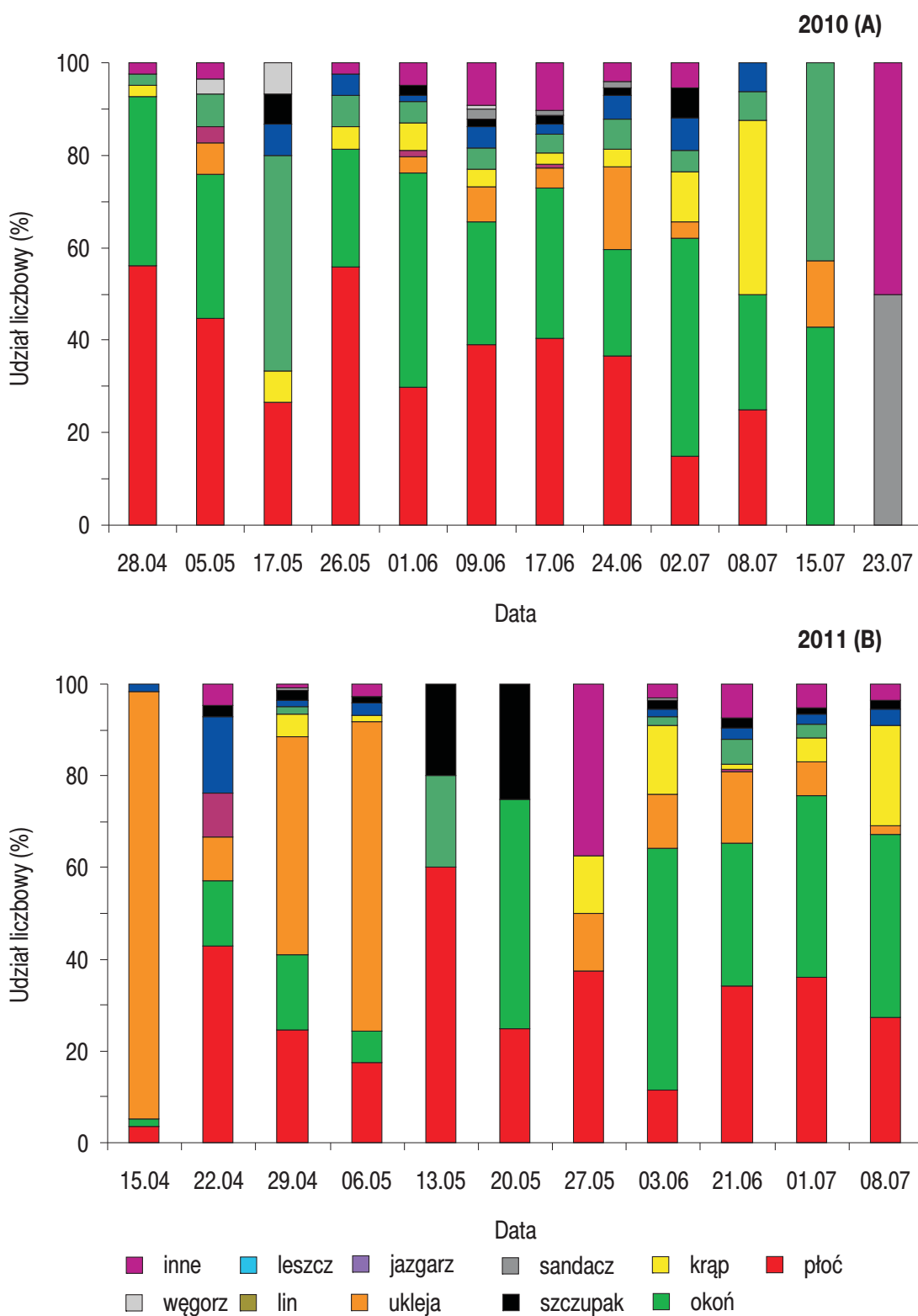
Rys. 3. Frekwencja występowania gatunków ryb wykrztuszonych we wszystkich próbach (n = 99) zebranych w koloniach lęgowych kormorana na jeziorach: Dobskie, Warnołty i Marąg.



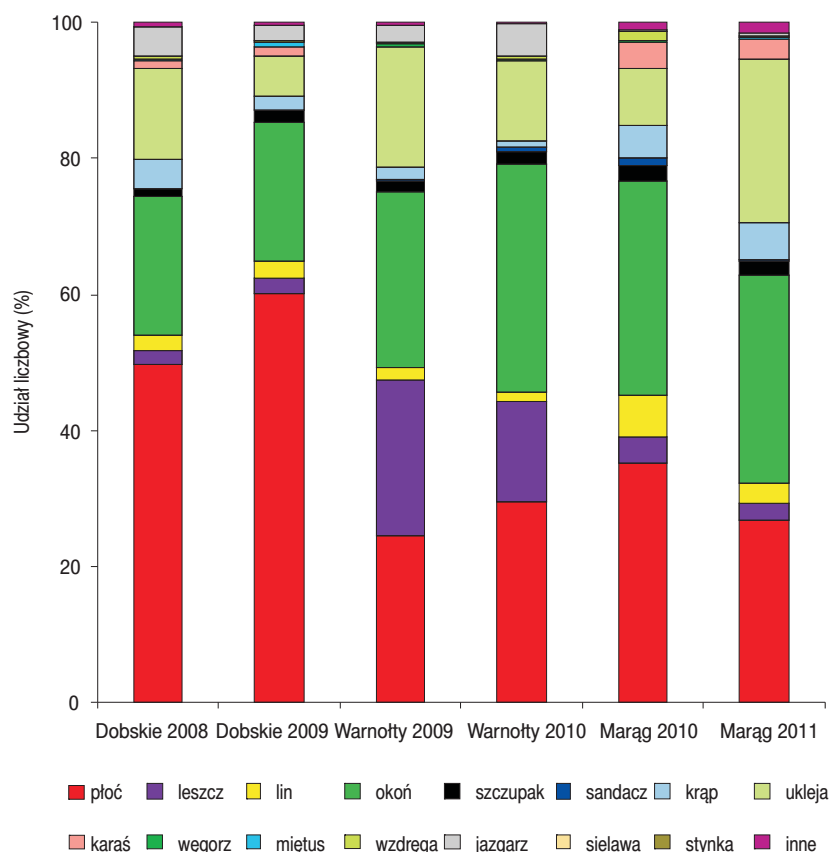
Rys. 4. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na Jeziorze Dobskim w roku 2008 (A) i 2009 (B).



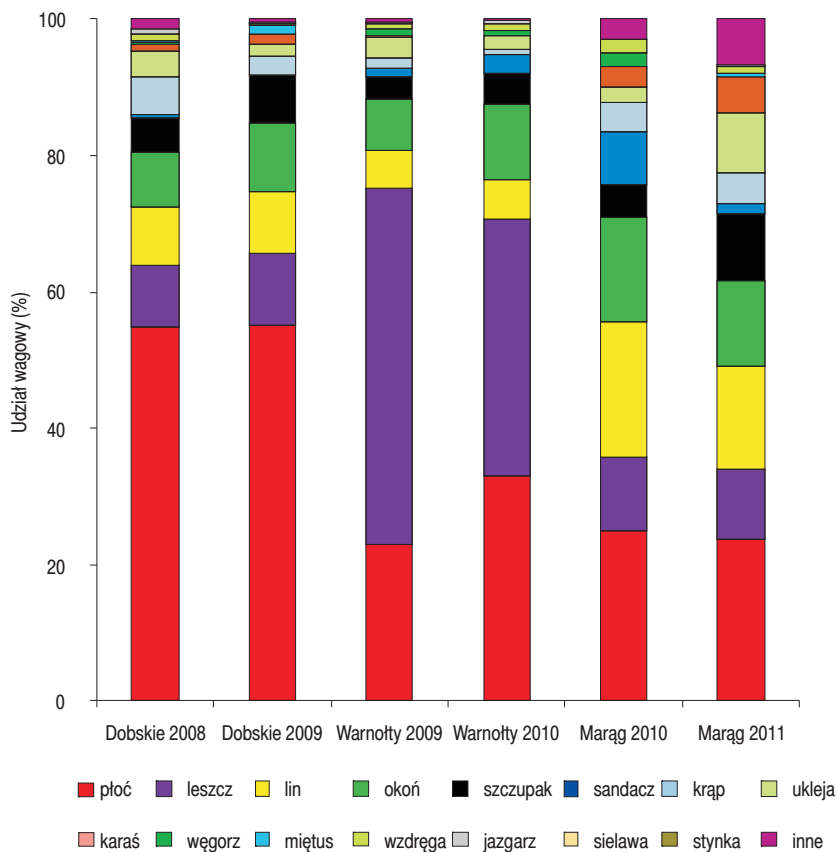
Rys. 5. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na jeziorze Warnoły w roku 2009 (A) i 2010 (B).



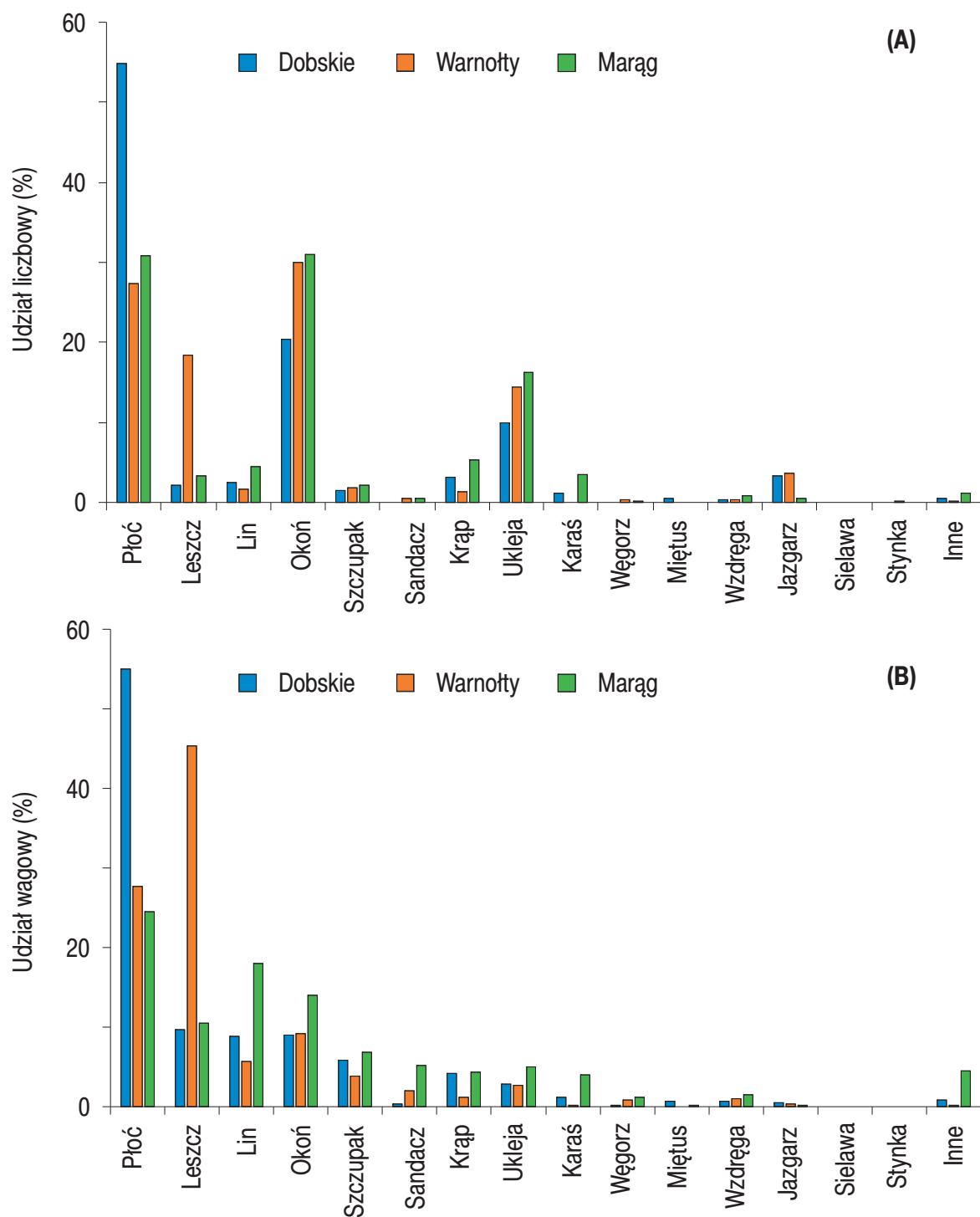
Rys. 6. Sezonowe zmiany udziału (%) poszczególnych gatunków w całkowitej liczbie ryb wykrztuszonych pochodzących z kolonii kormoranów na jeziorze Marąg w roku 2010 (A) i 2011 (B).



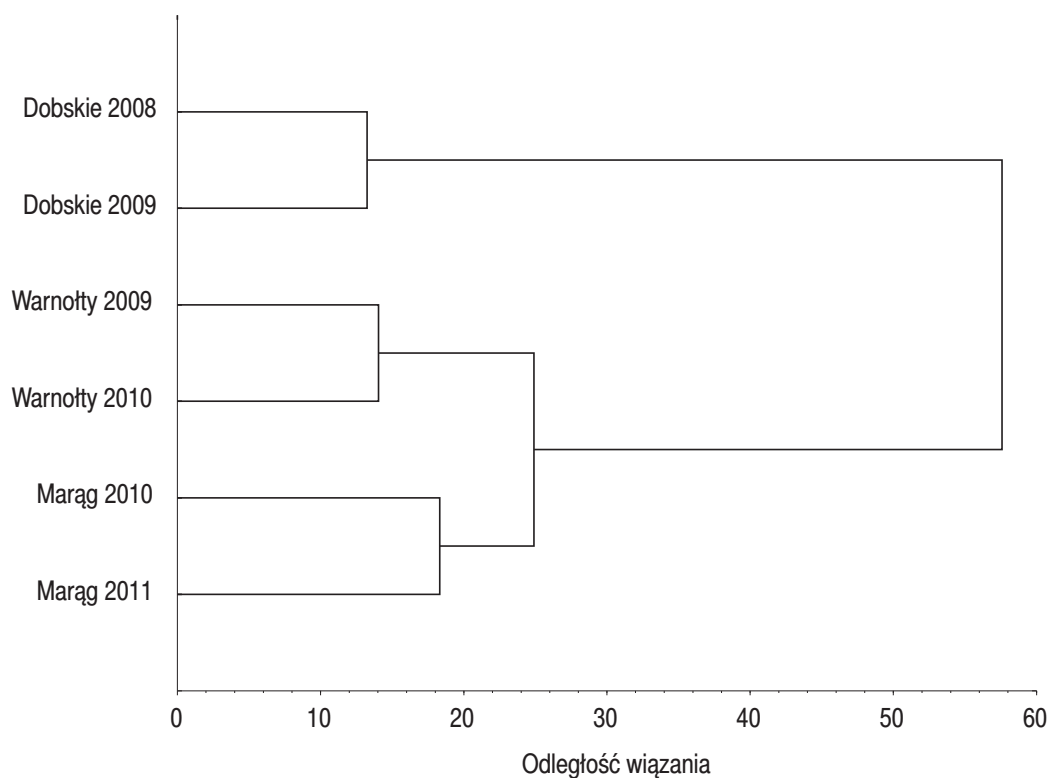
Rys. 7. Struktura udziału liczbowego (%) ryb wykrztuszonych w koloniach lęgowych kormorana w poszczególnych latach badań.



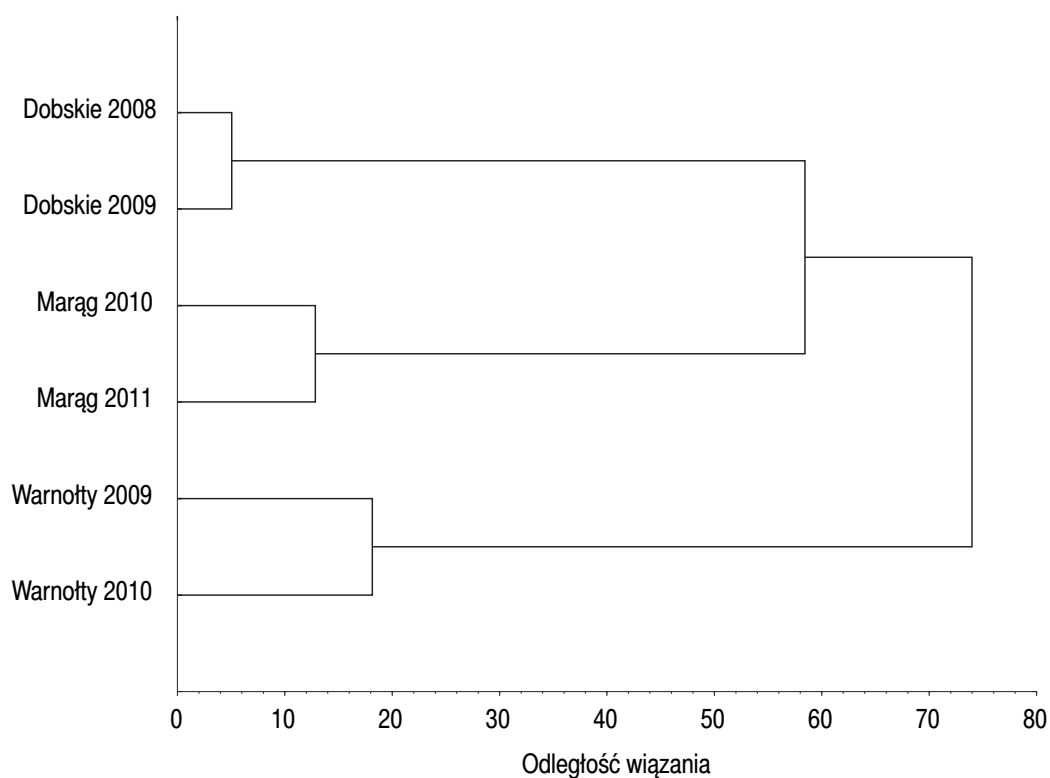
Rys. 8. Struktura udziału w biomacie (%) ryb wykrztuszonych w poszczególnych latach badań i koloniach lęgowych kormorana.



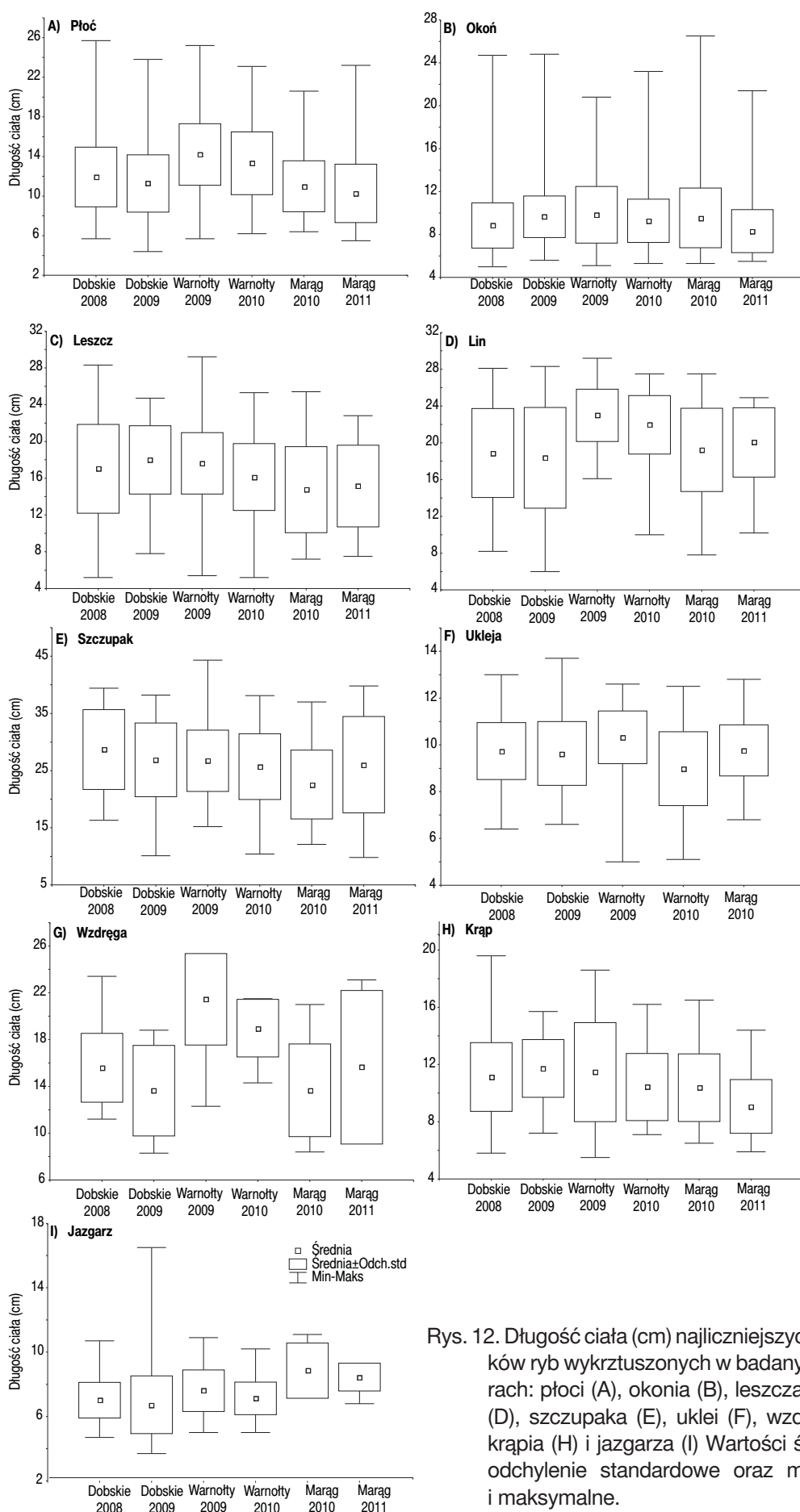
Rys. 9. Średni z obu lat badań udział (%) gatunków ryb w liczebności (A) i biomacie (B) ryb wykrztuszonych w diecie kormorana w poszczególnych koloniach lęgowych kormorana.



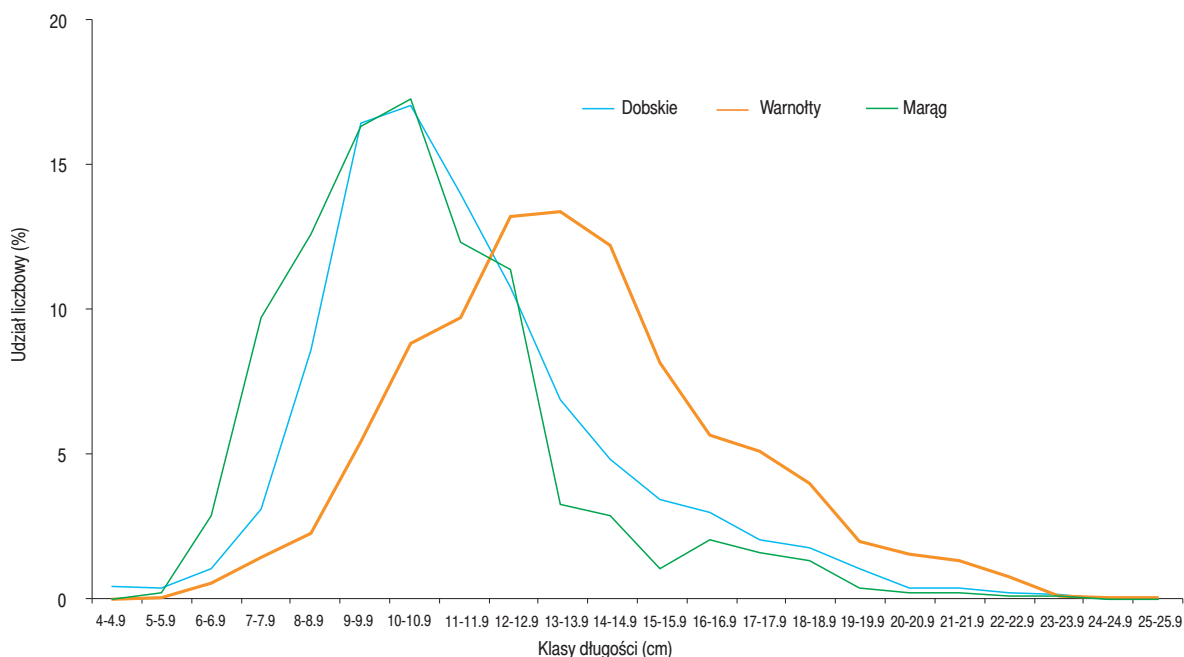
Rys. 10. Porównanie struktury diety kormorana (udział % ryb różnych gatunków/grup w liczebności) w poszczególnych latach badań i koloniach kormorana.



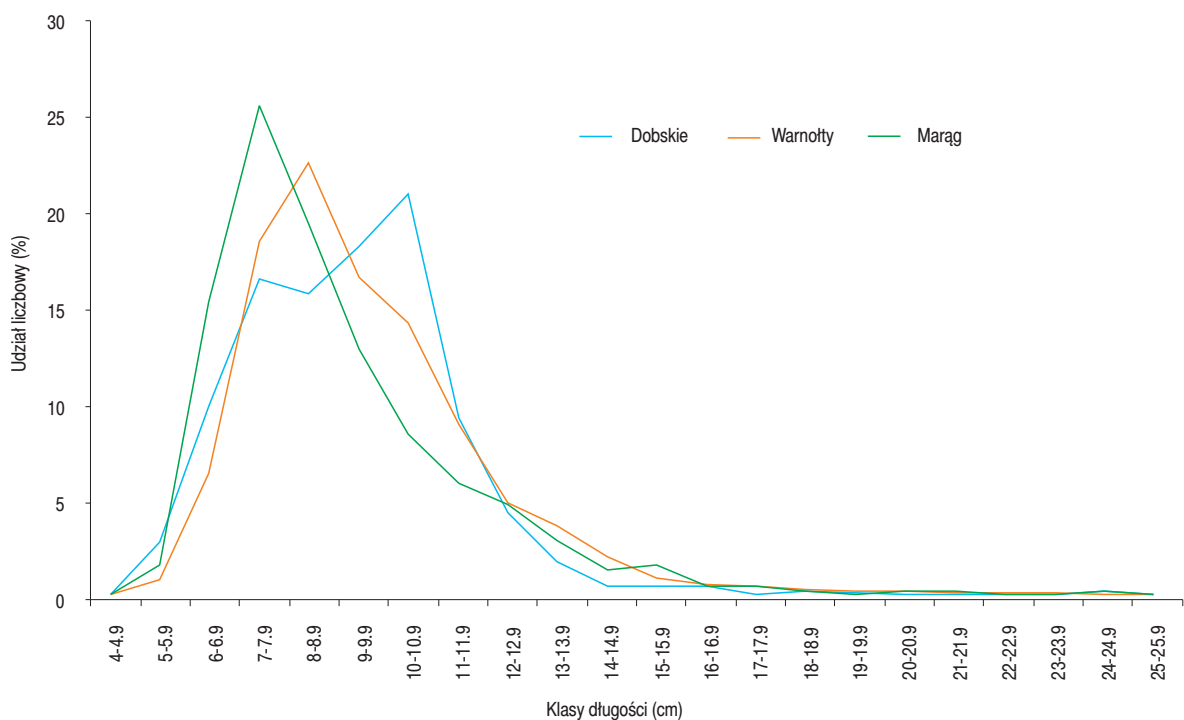
Rys. 11. Porównanie struktury diety kormorana (udział % ryb różnych gatunków/grup w biomase) w poszczególnych latach badań i koloniach kormorana.



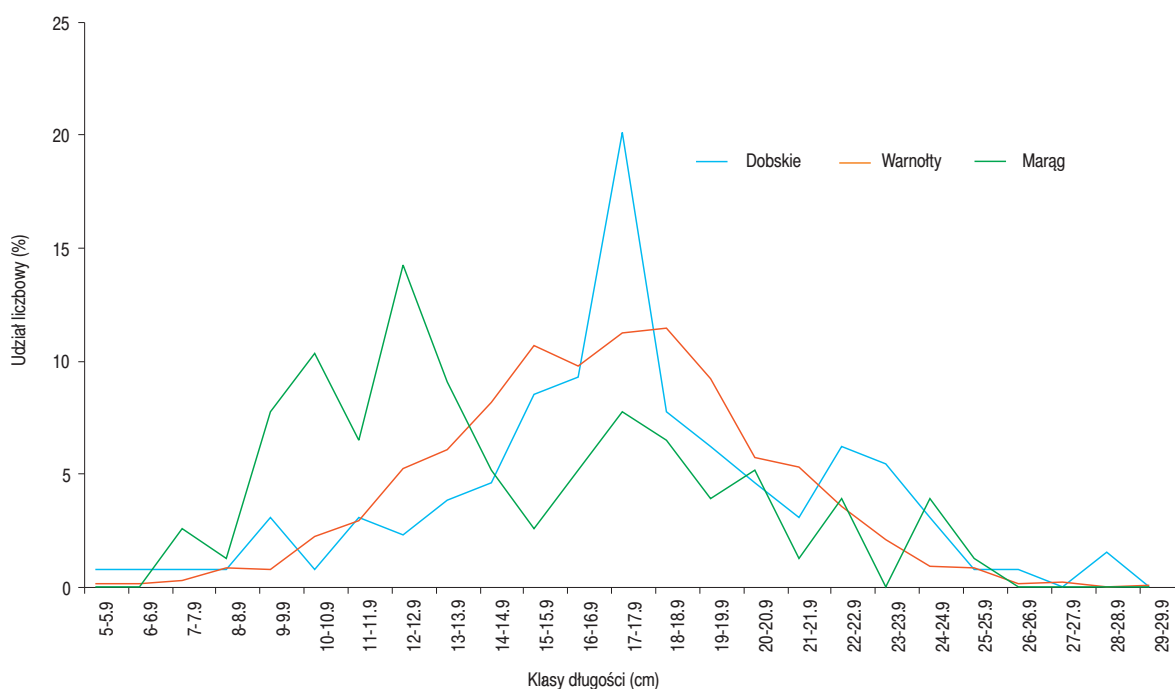
Rys. 12. Długość ciała (cm) najliczniejszych gatunków ryb wykrztuszonych w badanych jeziorach: płoci (A), okonia (B), leszcza (C), lina (D), szczupaka (E), uklei (F), wzdrepa (G), krąpa (H) i jazgarza (I). Wartości średnie \pm odchylenie standardowe oraz minimalne i maksymalne.



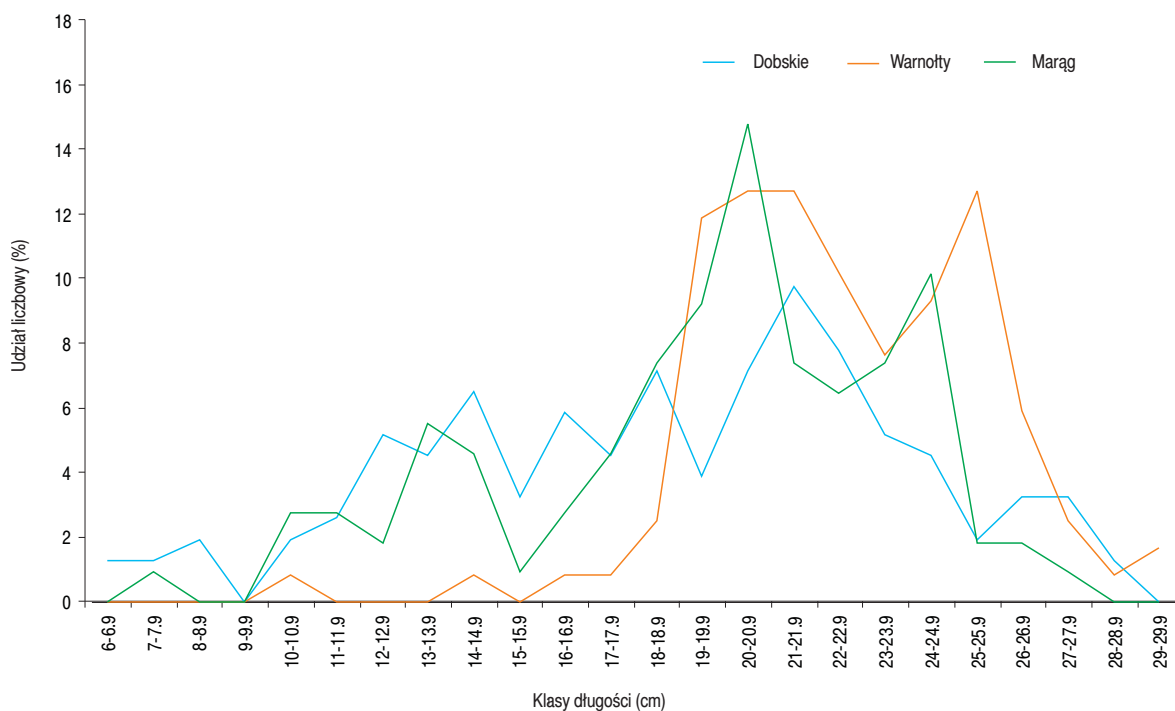
Rys. 13. Rozkład długości ciała (cm) płoci w poszczególnych koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.



Rys. 14. Rozkład długości ciała (cm) okonia w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.



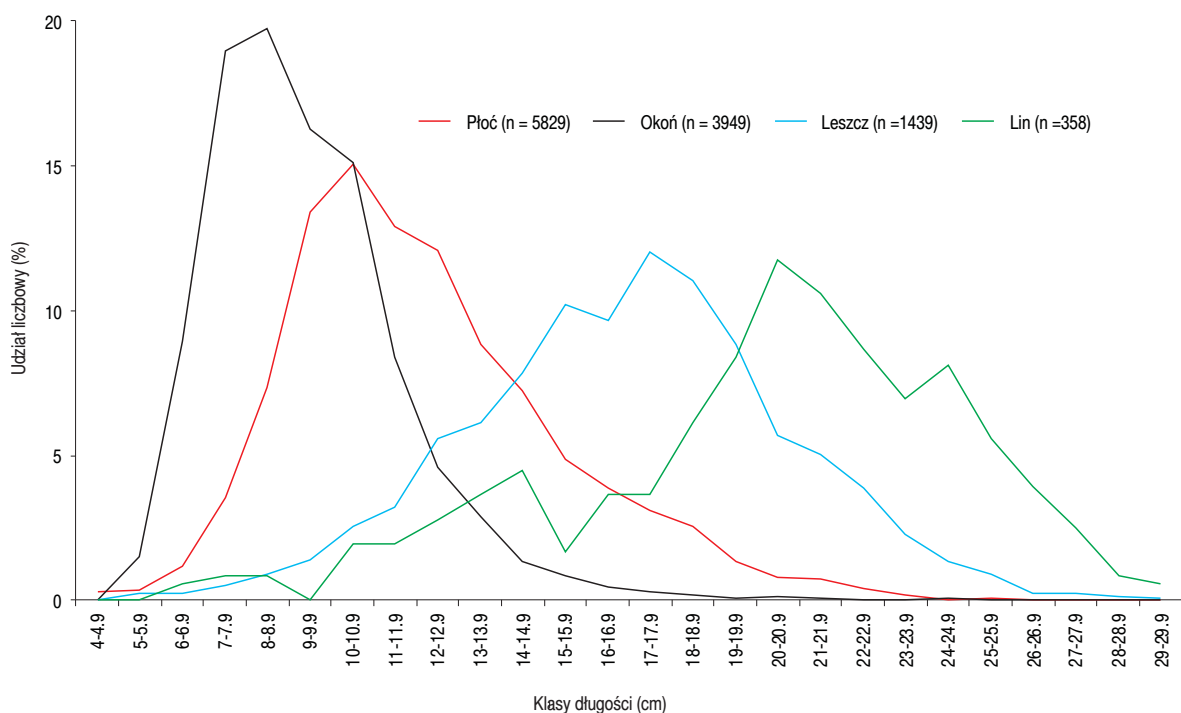
Rys. 15. Rozkład długości ciała (cm) leszcza w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.



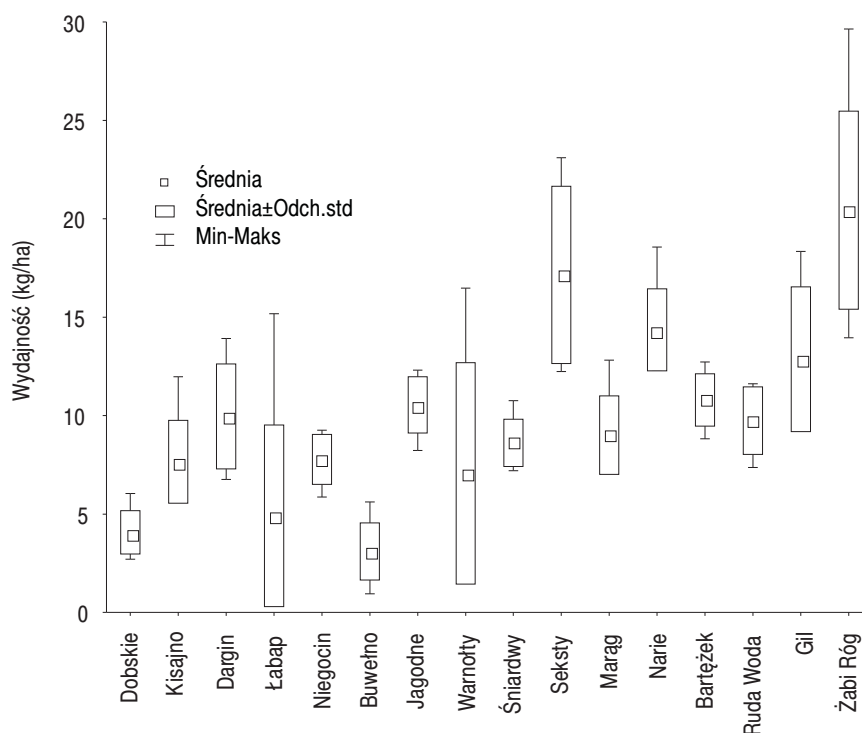
Rys. 16. Rozkład długości ciała (cm) lina w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.



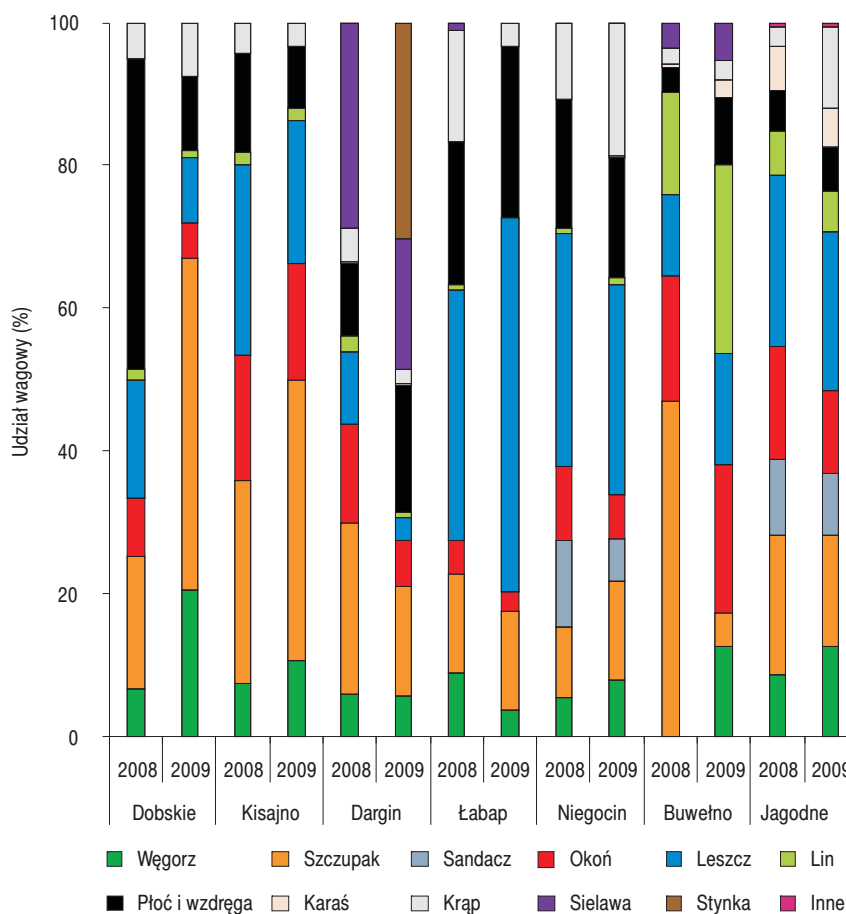
Rys. 17. Rozkład długości ciała (cm) szczupaka w koloniach lęgowych kormorana. Dla każdego jeziora podano wartości średnie z dwóch lat.



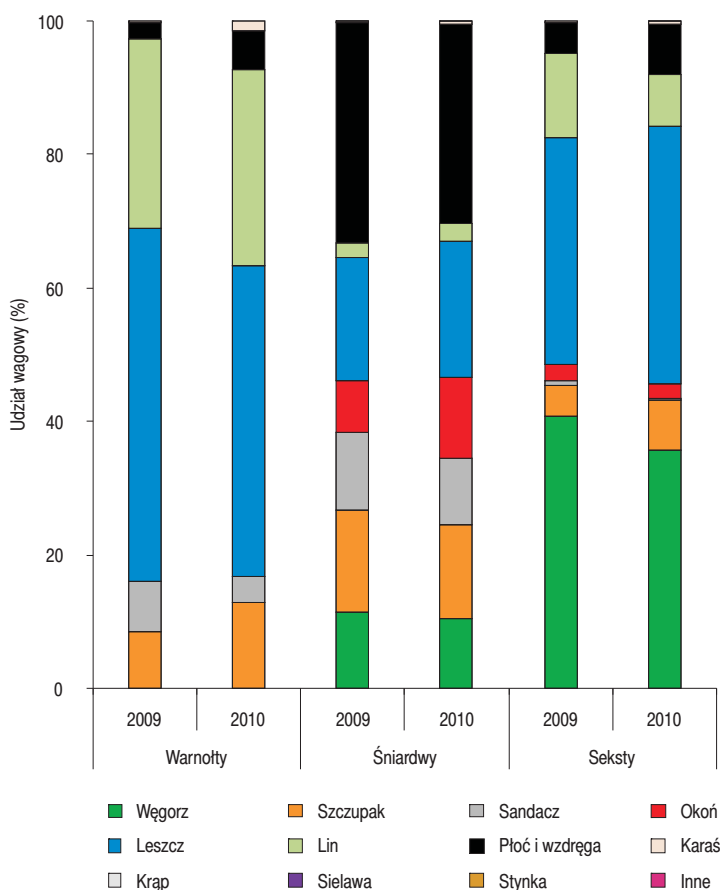
Rys. 18. Liczebność wybranych gatunków ryb wykrztuszonych oraz porównanie rozkładu długości ciała (cm) ryb-ofiar w pokarmie kormorana.



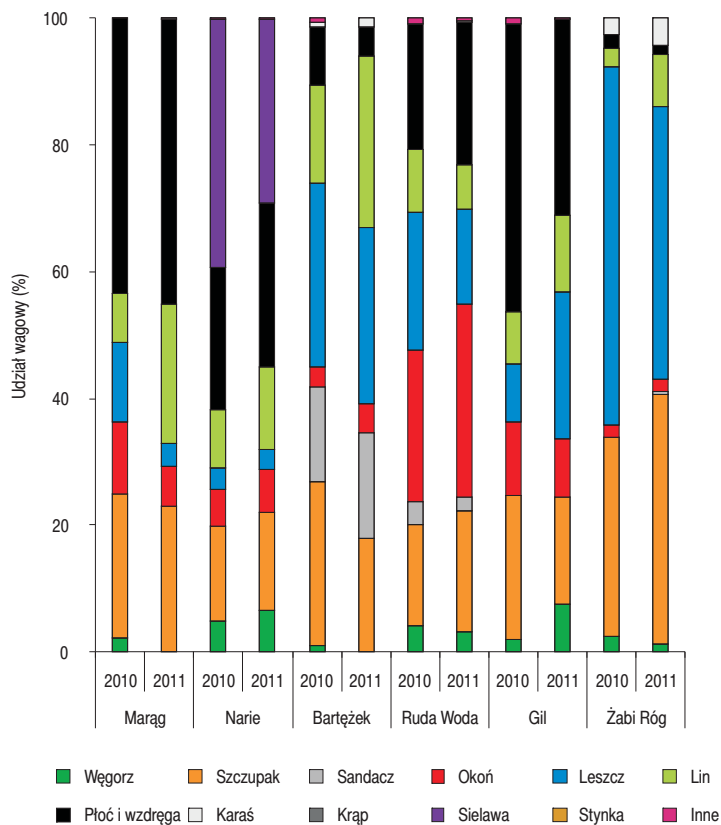
Rys. 19. Roczna wydajność połowowa (kg/ha) w poszczególnych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku (Dobskie, Kisajno, Dargin, Łabap, Niegocin, Buwełno, Jagodne), Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy (Warnoły, Śniardwy, Seksty) oraz Zakładu Rybackiego Bogaczewo (Marąg, Narie, Bartężek, Ruda Woda, Gil, Żabi Róg) w latach 2006-2013.



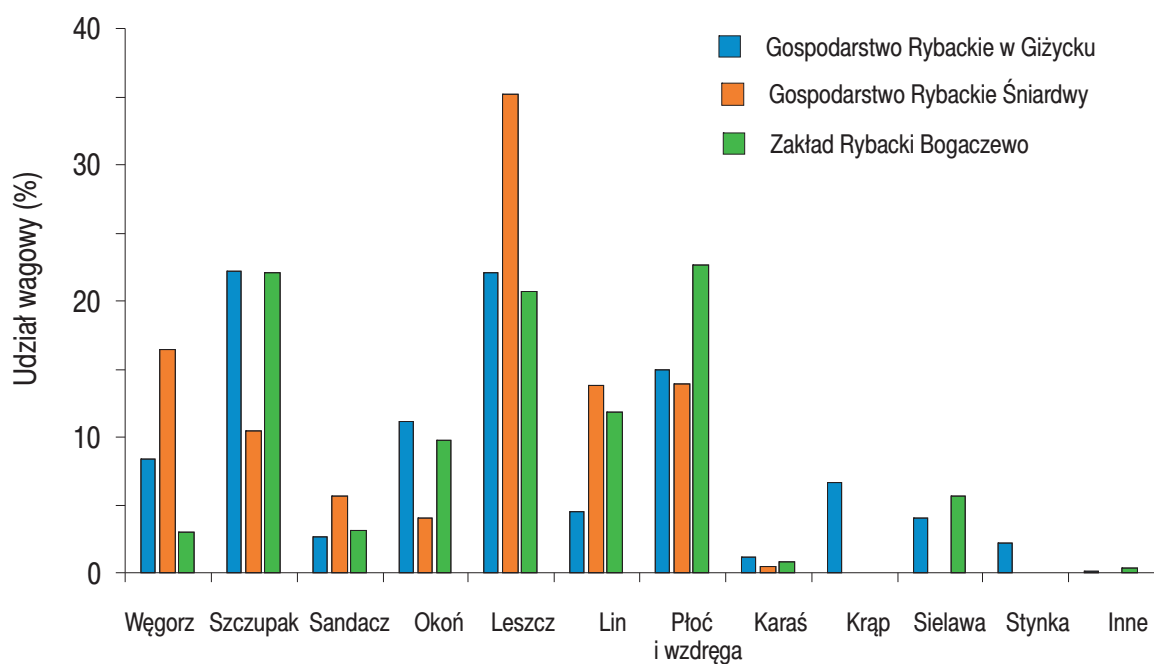
Rys. 20. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku w latach 2008-2009.



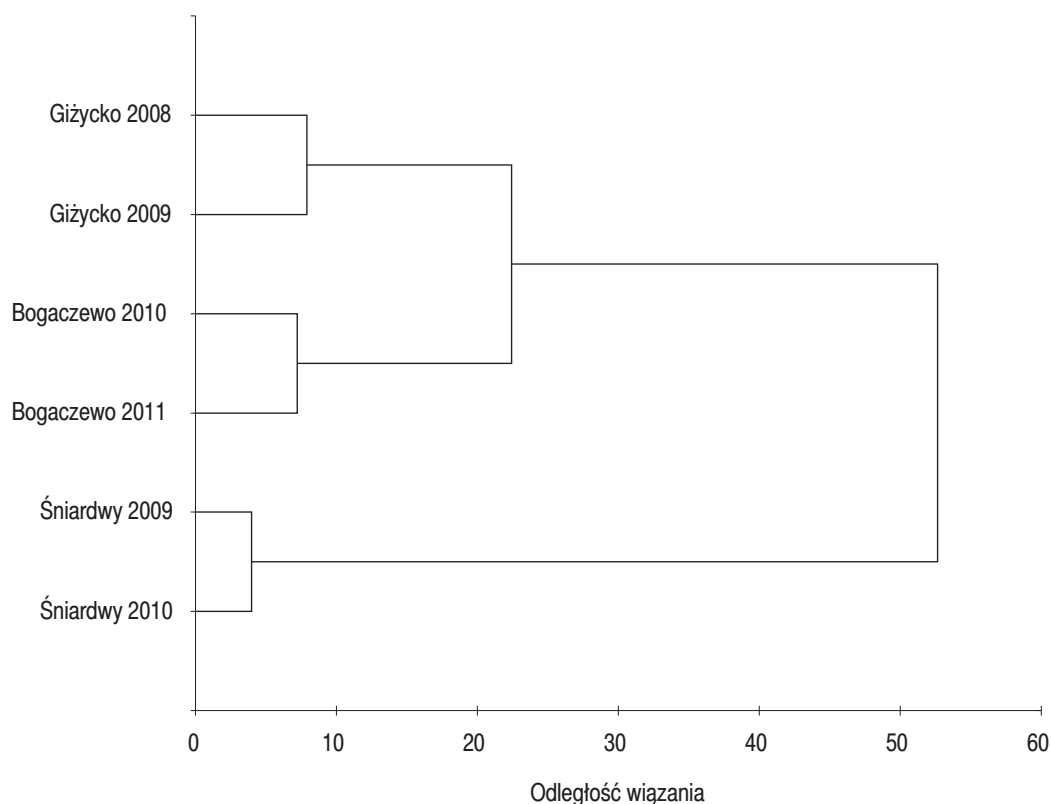
Rys. 21. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy w latach 2009-2010.



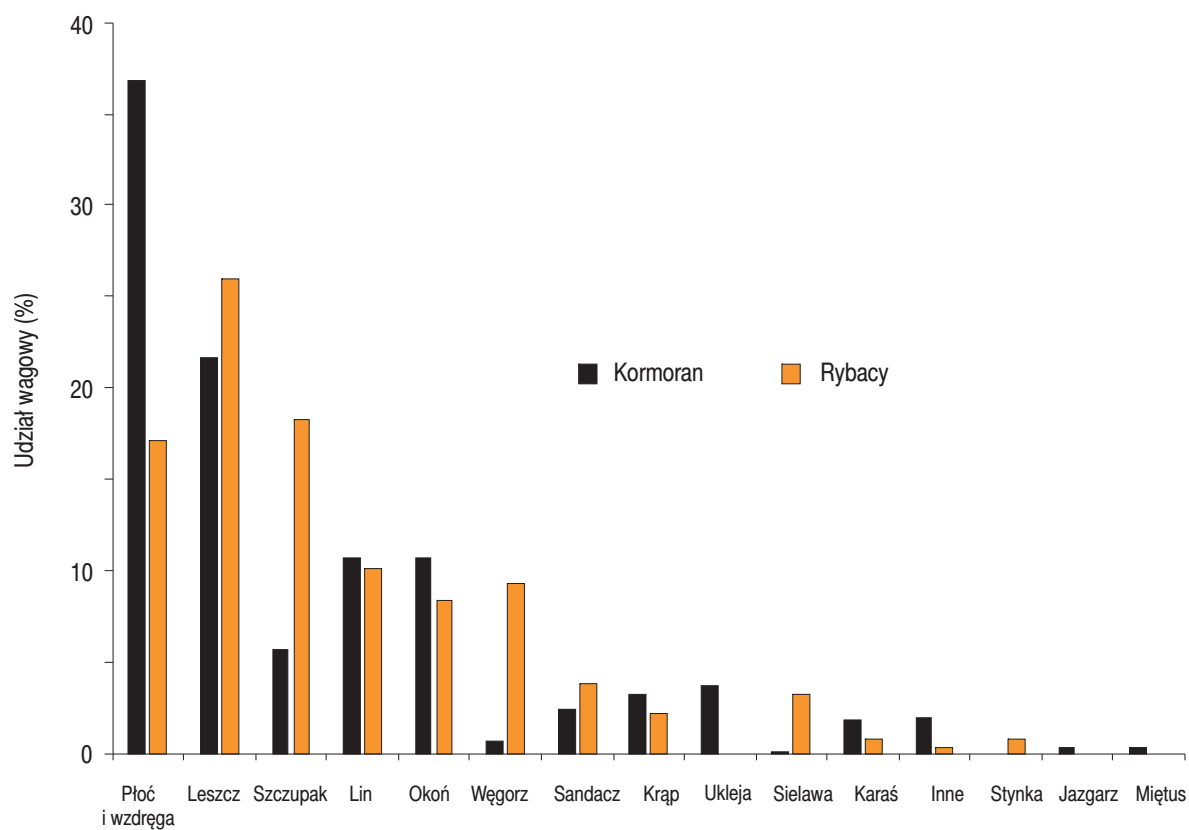
Rys. 22. Udział procentowy poszczególnych gatunków ryb w całkowitej masie odłowów gospodarczych w wybranych jeziorach Zakładu Rybackiego Bogaczewo w latach 2010-2011.



Rys. 23. Porównanie średniego udziału procentowego gatunków w biomase odłowionych ryb w analizowanych odłowach komercyjnych Gospodarstwa Rybackiego w Giżycku (2008-2009 r.), Gospodarstwa Rybackiego Śniardwy (2009-2010 r.) i Zakładu Rybackiego Bogaczewo (2010-2011 r.).



Rys. 24. Porównanie struktury odłowów komercyjnych (udział % ryb różnych gatunków/grup w biomase) w poszczególnych latach badań i gospodarstwach rybackich.



Rys. 25. Średni udział (%) wybranych gatunków w biomacie ryb odłowionych przez kormorany i rybaków w analizowanych koloniach lęgowych kormorana oraz gospodarstwach rybackich.