Polska Akademia Nauk
Instytut Ochrony Przyrody

STUDIA NATURAE 51



STRATEGIE POKARMOWE PTAKÓW RYBOŻERNYCH W WARUNKACH SZTUCZNYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH POŁUDNIOWEJ POLSKI

FORAGING STRATEGIES OF FISH-EATING BIRDS IN CONDITIONS OF ARTIFICIAL RESERVOIRS IN SOUTHERN POLAND

ROBERT GWIAZDA

Kraków 2006

http://rcin.org.pl

STUDIA NATURAE 51

STUDIA NATURAE jest seryjnym wydawnictwem Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, ukazującym się od 1967 roku. Jego celem jest publikowanie oryginalnych prac, których problematyka wiąże się z ekologicznymi podstawami ochrony przyrody, stanem zagrożenia świata roślin, zwierząt i przyrody nieożywionej oraz możliwością ich aktualnego zabezpieczenia, zwłaszcza w formie ochrony rezerwatowej; zamieszczane są również prace stanowiące dokumentację istniejących i proponowanych przedmiotów ochrony. Każdy zeszyt *Studia Naturae* poświęcony jest jednemu problemowi i zawiera jedną lub kilka prac; często są to wyniki badań zespołowych. Dawniej pismo składało się z dwóch serii: seria A zawierała prace naukowe, seria B – prace popularnonaukowe. W 1993 roku zrezygnowano wydawania serii B. Pismo kontynuuje linię programową serii A, zachowując jej numerację. Prace wydawane są w języku polskim ze streszczeniem w języku angielskim lub w języku angielskim ze streszczeniem polskim.

STUDIA NATURAE is the serial publication of the Institute of Nature Conservation of the Polish Academy of Sciences in Kraków, coming out since 1967. Its main purpose is the dissemination of original papers dealing mainly with ecological foundations of nature conservation, analysis of threats to flora, fauna and inanimate nature, and of the state of their conservation. There are also published documentation works on the existing and proposed objects of protection in Poland. Each fascicle of *Studia Naturae* deals with one problem and it includes one, or several papers, which often describes results of team-research. Formerly the publication had two series: series A handled scientific papers, while series B, popular–scientific ones. In 1993 editing of series B was stopped. The publication has kept the character of series A and its numeration. Papers are published in Polish with English summary, or in English with Polish summary.

http://rcin.org.pl

Polska Akademia Nauk
Instytut Ochrony Przyrody

STUDIA NATURAE 51

STRATEGIE POKARMOWE PTAKÓW RYBOŻERNYCH W WARUNKACH SZTUCZNYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH POŁUDNIOWEJ POLSKI

FORAGING STRATEGIES OF FISH-EATING BIRDS IN CONDITIONS OF ARTIFICIAL RESERVOIRS IN SOUTHERN POLAND

ROBERT GWIAZDA

Kraków 2006

http://rcin.org.pl

Redaktor naczelny – Editor in Chief
Henryk OKARMA

Zespół redakcyjny – Associate editors
Małgorzata GONERA, Agata SKOCZYLAS (sekretarz – secretary)

Rada Redakcyjna – Editoral Board

Zygmunt DENISIUK – Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków
Barbara KAWECKA – Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków
Adam ŁOMNICKI – Instytut Biologii Środowiskowej UJ, Kraków
Tadeusz NIEDŹWIEDŹ – Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec
Elżbieta PANCER-KOTEJOWA – Wydział Leśny AR, Kraków
Stefan SKIBA – Instytut Geografii UJ, Kraków

Opracowanie recenzował:
Dr hab. prof. UWr Tadeusz Stawarczyk

Adres Redakcji: al. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków, tel. 634-48-65 w. 149
e-mail: chronmy@iop.krakow.pl

Copyright by Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków 2006

ISSN 0081-6760

Druk:
Drukarnia Vacat
ul. Petrażyckiego 13, 30-399 Kraków

nakład 200 egz.

http://rcin.org.pl

SPIS TREŚCI

Abstrakt 7
1. **Wstęp** 9
2. **Teren badań** 13
3. **Materiał i metody** 17
3. 1. Prace terenowe 17
3. 1.1. Liczenia i obserwacje ptaków 17
3. 1.2. Próby pokarmowe 19
3. 1.3. Odłowy ryb 20
3. 2. Analizy laboratoryjne 21
3. 3. Analizy statystyczne 23
4. **Wyniki** 25
4. 1. Występowanie i liczebność lęgowych ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych 25
4. 2. Liczebność wybranych gatunków ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych w ciągu roku 25
4. 3. Obszary żerowania ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych 27
4. 4. Sposoby żerowania ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych 30
4. 5. Struktura gatunkowa i wielkość ryb w pokarmie ichtiofagów nurkujących o różnej wielkości w okresie przelotów jesiennych 32
4. 6. Skład pokarmu ichtiofaga nurkującego i polującego w locie w tym samym środowisku w okresie przelotów jesiennych 34
4. 7. Skład pokarmu ichtiofagów o różnych sposobach polowania 35
4. 7.1. Skład pokarmu ichtiofaga nurkującego (kormoran) gnieżdżącego się w pobliżu stawów rybnych i w terenie bez stawów 35
4. 7.2. Skład pokarmu ichtiofaga polującego w locie (mewa białogłowa) gnieżdżącego się w pobliżu stawów rybnych i w terenie bez stawów 38
4. 7.3. Skład pokarmu ichtiofaga brodzącego (czapla siwa) gnieżdżącego się na zbiorniku zaporowym 43
4. 8. Sezonowe różnice w składzie pokarmu ptaków rybożernych 44
4. 8.1. Różnice w składzie pokarmu mew białogłowych w różnych stadiach okresu lęgowego 44
4. 8.2. Różnice w składzie pokarmu kormoranów w okresie przedlęgowym i lęgowym 45
4. 8.3. Zmiany składu pokarmu kormorana w ciągu roku 46
4. 9. Wybiórczość pokarmowa ichtiofagów nurkujących i brodzących 49
4. 9.1. Wybiórczość pokarmowa kormorana 49
4. 9.2. Wybiórczość pokarmowa czapli siwej 52
4.10. Wpływ wybranych czynników abiotycznych na żerowanie i pokarm ptaków rybożernych 54
5. **Dyskusja** 59
5. 1. Liczba gatunków i par lęgowych ptaków rybożernych na zbiornikach antropogenicznych 59
5. 2. Liczebność ptaków rybożernych na zbiornikach antropogenicznych 60

PAN
http://rcin.org.pl

5. 3. Obszary żerowania ptaków rybożernych 62
5. 4. Sposoby żerowania ptaków rybożernych 63
5. 5. Struktura pokarmu ichtiofagów nurkujących o różnej wielkości 64
5. 6. Skład pokarmu kormorana w różnych siedliskach w okresie lęgowym 67
5. 7. Wielkość ryb w pokarmie kormorana 69
5. 8. Sezonowe zmiany w składzie pokarmu kormoranów 70
5. 9. Zapotrzebowanie pokarmowe kormorana 71
5.10. Wybiórczość pokarmowa kormorana w różnych siedliskach 72
5.11. Strategia żerowania kormorana 73
5.12. Struktura pokarmu dużych mew w różnych siedliskach w okresie lęgowym 74
5.13. Wielkość ryb w pokarmie dużych mew 77
5.14. Sezonowe zmiany w składzie pokarmu dużych mew 78
5.15. Strategia żerowania dużych mew 79
5.16. Skład pokarmu czapli siwej w różnych siedliskach w okresie lęgowym 79
5.17. Wielkość ryb w pokarmie czapli siwej 82
5.18. Wybiórczość pokarmowa czapli siwej 83
5.19. Strategia żerowania czapli siwej 84
5.20. Wpływ przejrzystości i temperatury wody na żerowanie i skład pokarmu ptaków rybożernych ... 84
5.21. Strategie pokarmowe ptaków rybożernych i czynniki je modyfikujące 87
5.22. Konkurencja i nakładanie się nisz troficznych badanych ptaków rybożernych 93
Podsumowanie 95
Summary 97
Piśmiennictwo 103

http://rcin.org.pl

CONTENTS

Abstract 7
1. **Introduction** 9
2. **Study area** 13
3. **Material and methods** 17
3. 1. Field work 17
3. 1.1. Countings and bird observations 17
3. 1.2. Food samples 19
3. 1.3. Fish catches 20
3. 2. Laboratory analyses 21
3. 3. Statistics 23
4. **Results** 25
4. 1. Occurrence and numbers of the breeding fish-eating birds on studied anthropogenic reservoirs 25
4. 2. Number of selected fish-eating birds on studied anthropogenic reservoirs in an annual cycle 25
4. 3. Foraging areas of fish-eating birds on studied anthropogenic reservoirs 27
4. 4. Hunting ways of fish-eating birds on studied anthropogenic reservoirs 30
4. 5. Species composition and size of fish in the food of diving ichthyophages of different size during autumn migration 32
4. 6. Food composition of diving and flying ichthyophages in the same habitat during autumn migration 34
4. 7. Food composition of ichthyophages of different hunting ways 35
4. 7.1. Food composition of diving fish-eating bird (Cormorant) breeding in sites near fish ponds and without fish ponds 35
4. 7.2. Food composition of flying fish-eating bird (Caspian Gull) breeding in sites near fish ponds and without fish-ponds 38
4. 7.3. Food composition of waiding fish-eating bird (Grey Heron) breeding at dam reservoir 43
4. 8. Seasonal changes in the diet composition of fish-eating birds 44
4. 8.1. Differences in the diet of Caspian Gull in the different breeding stages 44
4. 8.2. Differences in the diet of Cormorant in pre-breeding and breeding periods 45
4. 8.3. Annual changes of the diet of Cormorant 46
4. 9. Food preference of diving and waiding ichthiophages 49
4. 9.1. Food preference of Cormorant 49
4. 9.2. Food preference of Grey Heron 52
4.10. Impact of selected abiotic factors on foraging and diet of fish-eating birds 54
5. **Discussion** 59
5. 1. Number of species and breeding pairs of fish-eating birds on anthropogenic reservoirs 59
5. 2. Numbers of fish-eating birds on anhtropogenic reservoirs 60
5. 3. Foraging areas of fish-eating birds 62
5. 4. Hunting ways of fish-eating birds 63
5. 5. Food composition of diving ichthyophages of different size 64

http://rcin.org.pl

5. 6. Food composition of Cormorant in different sites during a breeding season 67
5. 7. Fish size in the diet of Cormorant 69
5. 8. Seasonal changes in the diet of Cormorants 70
5. 9. Food requirements of Cormorant 71
5.10. Food preference of Cormorant in different sites 72
5.11. Foraging strategy of Cormorant 73
5.12. Food composition of large gulls in different sites during a breeding season 74
5.13. Fish size in the diet of large gulls 77
5.14. Seasonal changes in the diet of large gulls 78
5.15. Foraging strategy of large gulls 79
5.16. Food composition of Grey Heron in different sites during a breeding season 79
5.17. Fish size in the diet of Grey Heron 82
5.18. Food preference of Grey Heron 83
5.19. Foraging strategy of Grey Heron 84
5.20. Impact of water transparency and temperature on foraging and food composition of fish-eating birds 84
5.21. Foraging strategy of fish-eating birds and modyfing factors 87
5.22. Competition and niche overlapping of the studied fish-eating birds 93
Conclusions 95
Summary 97
References 103

http://rcin.org.pl

Abstrakt: Badano jak różnią się nisze troficzne ptaków rybożernych, jak różnią się gatunki pod względem zwyczajów łowieckich i jak dzielą między sobą zasoby pokarmowe w sztucznych zbiornikach wodnych. Badania prowadzono na czterech zbiornikach zaporowych i jednej żwirowni w południowej Polsce. Struktura i liczebność lęgowych ptaków rybożernych wykazywały zmienność na badanych zbiornikach antropogenicznych. Kormorany *Phalacrocorax carbo*, czaple siwe *Ardea cinerea* i mewy białogłowe *Larus cachinnans* żerowały przede wszystkim w obszarach płytszych (litoralu), nury rdzawoszyje *Gavia stellata* w głębszych (pelagialu), zaś perkozy dwuczube *Podiceps cristatus* zarówno w płytszych jak i w głębszych. Kormorany, a także perkozy dwuczube w okresie jesiennym często żerowały grupowo. W okresie migracji jesiennej na Zbiorniku Dobczyckim pokarm kormoranów stanowiły głównie okonie *Perca fluviatilis*, nurów – płocie *Rutilus rutilus*, a perkozów – okonie i jazgarze *Gymnocephalus cernuus*. Kormorany i nury zjadały większe ryby niż perkozy dwuczube. Przy możliwości żerowania na stawach w okresie przelotów jesiennych tak nurkujące kormorany jak i polujące w locie mewy białogłowe zjadały głównie karpie *Cyprinus carpio*. W koloniach lęgowych położonych w pobliżu stawów zarówno kormorany jak i mewy białogłowe również żerowały głównie na karpiach. W koloniach położonych z dala od stawów zarówno kormorany jak i mewy białogłowe żerowały głównie na płociach i okoniach, które są jednymi z najpospolitszych ryb w zbiornikach. Zakres długości całkowitej zjadanych ryb wynosił 3-47 cm. Mediana długości całkowitej ryb w pokarmie kormoranów i mew wynosiła 12-21 cm. Pokarm czapli siwych w okresie lęgowym był zróżnicowany w poszczególnych latach. Mediana długości całkowitej ryb w pokarmie czapli na Zbiorniku Dobczyckim wynosiła 7-18 cm w zależności od roku (zakres: 4-33 cm). W pokarmie mew białogłowych najwyższy udział miały ryby zarówno w okresie składania/inkubacji jaj jak i karmienia piskląt. Skład pokarmu kormoranów w okresie przedlęgowym i lęgowym był zbliżony. Stwierdzono duże sezonowe zmiany w pokarmie nielęgowych kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim. Udział płoci w pokarmie był najwyższy w czerwcu-lipcu, a leszcza wczesną wiosną i jesienią. Jesienią zjadane ryby były statystycznie mniejsze. W jednym roku stwierdzono przesunięcie spektrum pokarmowego kormorana w kierunku młodszej kohorty w obrębie gatunku (płoć). Jesienią zapotrzebowanie pokarmowe kormoranów spadało. Stwierdzono wybiórczość pokarmową kormorana i czapli w stosunku do zespołów ryb (gatunki i rozmiary ryb). Kormoran wybierał płocie późną wiosną, a okonie jesienią. Zjadanie mniejszych ryb jesienią było związane ze zwiększeniem liczebności młodych kohort ryb i zmniejszeniem różnicy wielkości pomiędzy płocią i okoniem. Czaple żerowały w obszarze o najmniejszym zagęszczeniu ryb, ale także o najmniejszej zmienności zespołu ryb. Wybierały większe (dłuższe) ryby spośród dostępnych w środowisku. Znaleziono korelację pomiędzy przejrzystością wody a częstotliwością nurkowań perkoza dwuczubego. Temperatura wody i zagęszczenie ryb wydają się być głównymi czynnikami modyfikującymi strategie żerowania ptaków rybożernych. W pokarmie kormorana i mewy białogłowej dominowały te same gatunki ryb pomimo różnic w sposobach i strefach żerowania. Struktura gatunkowa ryb w pokarmie czapli siwej różniła się od struktury w pokarmie kormorana i mewy białogłowej. Zakres wielkości zjadanych ryb pomiędzy badanymi gatunkami ptaków rybożernych był podobny. Nie stwierdzono różnic w rozmiarach zjadanych ryb pomiędzy kormoranem a mewą białogłową, natomiast czapla siwa zjadała mniejsze ryby. Czapla nie konkurowała więc z kormoranem i mewą białogłową o pokarm. Kormoran i mewa białogłowa mogłyby konkurować o pokarm ale różnice w sposobach polowania powodują, że ich strefa żerowania jest różna. Ptaki rybożerne polowały na licznie występujące gatunki ryb, a spośród nich wybierały ryby dające największy zysk energetyczny.

Słowa kluczowe: kormoran, czapla siwa, mewa białogłowa, perkoz dwuczuby, nur rdzawoszyi, karp, płoć, okoń, analiza wypluwek, struktura gatunkowa ryb, długość całkowita ryb, nisza troficzna, wybiórczość pokarmowa, przejrzystość wody, temperatura wody.

http://rcin.org.pl

Abstract: Differences in the trophic niches of fish-eating birds, differences in hunting behaviour between bird species, and how food resources were exploited by these species between them in a number of artificial water reservoirs were studied. The field study was carried out on four dam reservoirs and one gravel pit in southern Poland. The community structure and numbers of fish-eating birds varied between reservoirs. Cormorants *Phalacrocorax carbo*, Grey Herons *Ardea cinerea* and Caspian Gulls *Larus cachinnans* foraged mainly in shallows (littoral zone), Red-throated Divers *Gavia stellata* in deeper (pelagial zone) and Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in both areas of reservoirs. Cormorants and Great Crested Grebes also foraged socially in autumn. The prey of Cormorants consisted mainly of perch *Perca fluviatilis*, divers ate mostly roach *Rutilus rutilus*, whilst grebes took perch and ruffe *Gymnocephalus cernuus* at the Dobczyce reservoir during the autumn migration. Cormorants and divers consumed lager fish than did Great Crested Grebes. At the Goczałkowice Reservoir in the autumn, Carp *Cyprinus carpio* was the main prey of both Cormorants and Caspian Gulls despite the very different foraging strategies of these species. The diet of Cormorants and Caspian Gulls in colonies located near fish ponds also consisted mainly of Carp. At the colonies not close to fish ponds, Cormorants and Caspian Gulls ate mainly roach and perch, two of the most abundant species in nearby waters. Prey fish taken ranged in total length between 3-47 cm, although the median total length of fish taken by Cormorants and gulls was 12-21 cm. In the breeding season, the diet composition of Grey Heron varied between particular years. The median of the total fish length in the Grey Heron diet at the Dobczyce Reservoir was 7-18 cm (range 4-33 cm) depending on studied years. Fish was the dominant prey type in the diet of gulls in the periods of both egg laying/incubation and the rearing of young. Diet composition of Cormorants was similar in both the pre-breeding and breeding period. The great seasonal changes in the food of non-breeding cormorants occurred at the Dobczyce Reservoir. Here, the highest proportion of roach in the diet was recorded in June-July, and common bream being the commonest prey recorded in early spring and autumn. Prey fish were smaller in size during autumn compared to late spring and summer and a shift towards younger cohorts of roach in the diet in autumn was found in one year. Estimated daily food requirements decreased in autumn. Evidence of prey selectivity (species and size) by Cormorant and Grey Heron in relation to the fish assemblages was found. Cormorants consumed mainly roach in late spring and perch in autumn, taking smaller fish in autumn and this was related to the increasing number of smaller, younger cohorts of fish and the decreasing difference in size between roach and perch. Grey Herons foraged in areas with the lowest estimated fish density and also those with the simplest fish assemblage. However, here they consumed larger (i.e. longer) fish than those estimated to be in these foraging areas. Significant correlations between water transparency and the diving time were found for Great Crested Grebes. Water temperature and estimated fish density appeared to be the main factors affecting the foraging strategies of diving fish-eating birds. The same fish species dominated the diet of Cormorant and Caspian Gull despite the different foraging strategies and areas of these two birds. Species composition of fish in the diet of Grey Heron differed from that of Cormorant and Caspian Gull. The size range of fish consumed by all of the fish-eating bird species was similar. Cormorant and Caspian Gull caught fish of a similar size but Grey Heron consumed smaller individuals. Although competition between Cormorant and Caspian Gull could be possible, differences in their foraging strategies meant they had different foraging areas. Fish-eating birds usually preyed on the numerous fish in the foraging area. Birds apparently chose their prey to maximize energy intake.

Key words: Cormorant, Grey Heron, Caspian Gull, Great Crested Grebe, Red-throated Diver, carp, roach, perch, pellets analyses, fish species composition, fish total length, trophic niche, food preference, water transparency, water temperature.

http://rcin.org.pl

1. Wstęp

Zbiorniki antropogeniczne (zbiorniki zaporowe i wyrobiska pożwirowe) są w południowej Polsce stosunkowo nowym środowiskiem dla ptaków, gdyż znajdują się w obszarze pozbawionym jezior naturalnych. Są one narażone na eutrofizację.

Prawie 70% zbiorników zaporowych w Polsce powstało w ciągu ostatnich 40 lat (Głodek 1985). Mają kształt zbliżony w przekroju podłużnym do trójkąta, a ich głębokość wzrasta w kierunku zapory, podczas gdy wyrobiska mają nieregularny kształt misy (Jelonek 2002). Danych o zbiornikach zaporowych jest znacznie więcej niż o wyrobiskach. Stwarzają one specyficzne środowisko do życia ptaków wodnych. Zbiorniki te różnią się zarówno od jezior, jak i od rzek (Kajak 1998). Przepływ wody w zbiornikach jest znacznie zahamowany w stosunku do rzeki, na której zostały zbudowane. Dopływ rzek i duża zmienność ich przepływów powoduje odmienność układów termicznych w zbiornikach zaporowych w stosunku do jezior (Wróbel 1976). Czas retencji wody jest stosunkowo mały (Kajak 1998). Zbiorniki są w większości żyzne, z okresowymi zakwitami glonów stwierdzanymi m.in. na zbiornikach: Dobczyckim, Goczałkowickim, Czorsztyńskim czy Rożnowskim (Kasza i Winohradnik 1986, Kasza 1995, Mazurkiewicz-Boroń 2000, 2002), ze względu na duży obszar zlewni w stosunku do powierzchni zbiorników i wnoszenie dużej ilości substancji biogennych. Wieloletnie badania Zbiornika Goczałkowickiego i Dobczyckiego o charakterze monitoringu ekologicznego (Kasza 1995, Mazurkiewicz-Boroń 2000) wykazały ich postępującą eutrofizację. Usytuowanie zbiorników także sprzyja ich eutrofizacji, np. Zbiornik Goczałkowicki położony jest w pobliżu terenów rekreacyjnych i zakładów przemysłowych, a ścieki dostają się także do zbiorników Tresna, Rożnów i Dobczyce. Zbiorniki zaporowe charakteryzują się m.in. wahaniami poziomu wody, które wpływają na zmniejszenie powierzchni i średniej głębokości, odsłanianie dużych połaci dna, roślinność brzegową, tworzenie nowych mikrosiedlisk jak oczka wodne i płytkie zatoki, dogodne do żerowania dla ptaków. Jest to dla jezior nietypowe i wiąże się głównie z silną zmiennością przepływów rzek. Przyśpieszenie mineralizacji substancji organicznych w wyniku dostępu tlenu atmosferycznego do odsłoniętego dna przyspiesza proces eutrofizacji. Wiosenne spływy ze zlewni lub po obfitych deszczach powodują wnoszenie do zbiorników dużej ilości materii allochtonicznej ze zlewni. Zawiesina mineralna oraz masowy rozwój glonów są odpowiedzialne za spadek przejrzystości wody w zbiorniku.

Warunki występujące w Zbiorniku Goczałkowickim i w Zbiorniku Dobczyckim powodują, że zagęszczenie ryb jest tam stosunkowo duże, ale różnorodność relatywnie mała z dominacją ryb karpiowatych takich jak płoć *Rutilus rutilus* (L.) i leszcz *Abramis brama* (L.) (Starmach 1986, Jelonek i Godlewska 2000).

Do specyfiki dorzecza Górnej Wisły należy występowanie dużej liczby stawów rybnych. Powierzchnia stawów w dawnym województwie bielskim wynosiła prawie 4000 ha, a w katowickim ponad 2500 ha (Dobrowolski 1995). Niektóre ze zbiorników są więc położone w niewielkiej odległości od stawów rybnych, które potencjalnie mogą stano-

http://rcin.org.pl

wić miejsce żerowania ptaków wodnych. Na liście terenów ważnych ornitologicznie znalazło się 10 zbiorników zaporowych Dyrcz (1989). Mimo, że kormorany *Phalacrocorax carbo* (L.) i czaple *Ardea cinerea* L. gnieżdżą się głównie w północnej Polsce, to ich kolonie lęgowe znajdują się również na południu kraju, a duże liczebności są stwierdzane w okresie przelotów (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Perkoz dwuczuby *Podiceps cristatus* (L.) należy do gatunków lęgowych na wszystkich badanych zbiornikach zaporowych w Polsce (Stawarczyk i Karnaś 1992, Gwiazda 2000), a mewa białogłowa *Larus cachinnans* Pallas jest stosunkowo nowym elementem ornitofauny w południowej Polsce (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Kormoran, a ostatnio także mewa białogłowa są gatunkami zwiększającymi areał występowania i liczebność w Europie, w tym także w Polsce (Snow i Perrins 1998).

Ptaki rybożerne, zajmujące różne nisze ekologiczne, będą miały różne spektra pokarmowe. Zakres spektrum pokarmowego drapieżników wiąże się z tym, że wybierają one ofiarę na zasadzie „opłacalności". Drapieżniki poszukują aktywnie najbardziej opłacalnej ofiary t.j. dostarczającej największego zysku (określonego ilością energii uzyskanej przez drapieżnika po skonsumowaniu ofiary, a przypadającej na jednostkę czasu spędzonego na polowaniu) (Begon i Mortimer 1989). Zgodnie z teorią optymalnego żerowania zwierzęta maksymalizują zysk energetyczny poprzez wybiórczość pokarmową (MacArthur i Pianka 1966, Stephens i Krebs 1986). Drapieżca może czyhać nieruchomo na swą ofiarę lub też aktywnie się przemieszczać w jej poszukiwaniu. Musi on nie tylko spotkać ofiarę, ale i ją dostrzec. Im większe pole obserwacji np. w wyniku dużej przejrzystości wody, tym większe prawdopodobieństwo jej upolowania.

W wielu opracowaniach przedstawiono strukturę i liczebność ptaków wodnych, w tym gatunków rybożernych w ciągu roku. Dotyczy to także zbiorników południowej Polski (Dyrcz 1981, Gwiazda 1989, Dyrcz i in. 1998, Gwiazda 2000). Mniej danych jest natomiast o obszarach żerowania i sposobach polowania ptaków rybożernych. Stan wiedzy na temat pokarmu badanych gatunków ptaków rybożernych jest zróżnicowany. Wiedza na temat składu pokarmu kormorana jest bardzo obszerna. Stosunkowo dużo danych jest także o pokarmie czapli siwej i perkoza dwuczubego. Danych o pokarmie mewy białogłowej i nura rdzawoszyjego *Gavia stellata* (Pont.) jest jednak bardzo mało. Badania pokarmu ptaków rybożernych są w Polsce stosunkowo nieliczne i były prowadzone przede wszystkim na Zalewie Wiślanym, w Zatoce Gdańskiej, na Mazurach i na Pomorzu. Dotyczyły one pokarmu perkoza dwuczubego (Sokołowski 1967), kormorana (Mellin 1990, Martyniak i in. 1997, Bzoma 1998, Gwiazda 2002, Martyniak i in. 2003, Stempniewicz i in. 2003a, Stempniewicz i in. 2003b, Wziątek i in. 2003) i czapli siwej (Jakubas 2004, Jakubas i Mioduszewska 2005). Badania takie na zbiornikach antropogenicznych w południowej Polsce dotyczyły kormorana na Zbiorniku Goczałkowickim (Gwiazda 2004), perkoza dwuczubego i czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim (Gwiazda 1995, 1997, 2005) oraz mewy białogłowej na żwirowni w Jankowicach (Gwiazda 2004) i osadniku w Tarnowie (Skórka i in. 2005). Badania te są ważne do określenia miejsca ptaków rybożernych w sieciach troficznych i ich znaczenia w eko-

http://rcin.org.pl

systemie. Częściej badano strukturę pokarmu, rzadziej wielkość ryb, co ma zasadniczy wpływ na strategie żerowania.

Danych na temat sezonowych zmian w strukturze gatunkowej i wielkościowej ryb w pokarmie w ciągu roku również jest mało. Wynika to z trudności zebrania materiału zarówno w okresie lęgowym jak i w czasie przelotów. Zwykle miejsca lęgowe są opuszczane po zakończeniu lęgów, a noclegowiska ptaków przelotnych wykorzystywane stosunkowo krótko. Badania pokarmu kormoranów w dłuższym okresie czasu np. kilku miesięcy, prowadzone są zwykle w kolonii lęgowej, rzadziej w okresie jesiennym na innym noclegowisku. Dane dla ptaków lęgowych nie odzwierciedlają ich preferencji, ale wskazują ryby optymalne z punktu widzenia wieku (wielkości) piskląt. Badania nielęgowych kormoranów na noclegowisku na Zbiorniku Dobczyckim są wyjątkowe, gdyż pokazują zmiany pokarmu niezwiązane z karmieniem piskląt. Także zbadanie struktury pokarmu ptaków rybożernych w relacji do temperatury i przejrzystości wody rzadko było przedmiotem badań (Van Eerden i Voslamber 1995, Wiersma i in. 1995).

Mało jeszcze wiadomo o wybiórczości pokarmowej ptaków rybożernych ponieważ wymaga to równoczesnych odłowów ryb w obszarach żerowania ptaków. Dane takie pochodzą z Holandii, Szwecji i Polski (Dirksen i in. 1995, Veldkamp 1995b, Engström i Johnson 2003, Stempniewicz i in. 2003a). Uważa się na przykład, że kormoran jest oportunistą pokarmowym, tzn. zjada najwięcej ryb z gatunków i stadiów najpospolitszych, ale niektóre badania wskazują na ukierunkowaną presję w stosunku do ryb mniejszych klas wielkości (Dirksen i in. 1995, Martyniak i in. 1997, Stempniewicz i in. 2003b). Pokarm ptaków rybożernych na zbiornikach antropogenicznych jest stosunkowo słabo zbadany.

Rzadko porównywano także skład pokarmu ptaków rybożernych o różnych sposobach polowania w tych samych lub zbliżonych siedliskach. Badania składu pokarmu różnych gatunków ptaków rybożernych reprezentujących odmienne strategie żerowania w tych samych lub zbliżonych zbiornikach nie były jeszcze przeprowadzone.

Celem niniejszej pracy było:

– określenie struktury gatunkowej i liczebności ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych,

– określenie obszarów i sposobów żerowania ptaków rybożernych,

– określenie składu pokarmu ptaków rybożernych o różnej wielkości i sposobach polowania w okresie lęgowym i w okresie przelotów,

– określenie zapotrzebowania pokarmowego kormorana w ciągu roku,

– określenie wybiórczości pokarmowej czapli siwej i kormorana na eutroficznym zbiorniku zaporowym,

– określenie wpływu przejrzystości i temperatury wody na pokarm kormorana i czapli siwej oraz przejrzystości wody na czas nurkowań i wielkość upolowanych ryb przez perkoza dwuczubego.

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

2. Teren badań

Badania prowadzono na następujących zbiornikach zaporowych: Zbiorniku Dobczyckim, Zbiorniku Goczałkowickim, Zbiorniku Dzierżno-Duże, Zbiorniku Mietkowskim i żwirowni w Jankowicach k. Zatora (Ryc. 1). Są to systemy sztuczne, w przypadku zbiorników zaporowych wkomponowane w system rzeczny. Maksymalna głębokość tych zbiorników wahała się od ok. 10-28 m.

Zbiornik Dobczycki (49°52' N, 20°02' E) został utworzony w 1986 r. na rzece Rabie, ok. 30 km na południe od Krakowa. Jego napełnianie zakończono w roku 1987. Powierzchnia zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia (269 m npm) wynosi ok. 985 ha (max 1100 ha), średnia głębokość 11 m (max ok. 28 m), długość ok. 10 km, szerokość ok. 1 km. Długość linii brzegowej wynosi ok. 42 km. Poziom zbiornika jest względnie stabilny. Różnica poziomu zbiornika wynosiła w oparciu o dane Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie 4,1 m w 2001 r. i 3,0 m w 2002 r. Różnice obszaru zalanego w stosunku do maksymalnego poziomu wynosiła w tych latach odpowiednio 203 i 153 ha (obliczone w oparciu o Amirowicz 1998). Tylko 4,8-5,7% powierzchni zbiornika w 2001 r. i 5,1-5,6% w 2002 r. miało głębokość poniżej 1 m. Strefa litoralu jest na Zbiorniku Dobczyckim wąska ze względu na strome zbocza doliny. Na północ od zbiornika odchodzi odnoga (Zatoka Wolnicy) o powierzchni ok. 120 ha. Na zbiorniku występują dwie małe wysepki o powierzchni ok. 2 i 5 arów. Ze względu na to, że jest to zbiornik wodociągowy, posiada on strefę ochrony bezpośredniej, przez co jego penetracja przez ludzi jest niewielka. Rekreacja, w tym wędkarstwo i łowiectwo, są ściśle ograniczone. Prowadzona gospodarka rybacka ma na celu utrzymywanie takiej struktury ryb, która sprzyja wysokiej jakości wody (redukcja ryb planktonożernych, ochrona ryb drapieżnych).

Makrolity występują głównie w Zatoce Wolnicy i w kilku mniejszych obszarach na zbiorniku. Najliczniejsze były trzcina pospolita *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., rdest ziemnowodny *Polygonum amphibium* L. oraz gatunki z rodzajów *Typha*,



Ryc. 1. Teren badań z zaznaczeniem badanych zbiorników: 1 – Zbiornik Dobczycki, 2 – żwirownia w Jankowicach, 3 – Zbiornik Goczałkowicki, 4 – Zbiornik Dzierżno Duże, 5 – Zbiornik Mietkowski.
Fig. 1. Study area: 1 – Dobczyce Reservoir, 2 – gravel pit in Jankowice, 3 – Goczałkowice Reservoir, 4 – Dzierżno Duże Reservoir, 5 – Mietków Reservoir.

http://rcin.org.pl

Myriophyllum, *Potamogeton* i *Batrachium*. Na niewielkich obszarach rośnie wierzba *Salix* sp. W Zatoce Wolnicy trzcina zajmuje zaledwie ok. 1 ha powierzchni. Jako zbiornik podgórski charakteryzuje się stromymi brzegami, które pokryte są obszarami leśnymi i łąkami oraz brakiem większych obszarów płycizn i szuwarów.

Zespół ryb liczy 19 gatunków (Amirowicz 2000). Dominantami były płoć, leszcz, ukleja *Alburnus alburnus* (L.), okoń *Perca fluviatilis* L., sandacz *Stizostedion lucioperca* (L.) i krąp *Abramis bjoerkna* (L.). Mniej liczne były wzdręga *Scardinius erythrophthalmus* (L.) oraz kleń *Leuciscus cephalus* (L.). Pozostałe gatunki ryb były stosunkowo rzadkie. W litoralu stwierdzono 10 gatunków, z których pod względem liczebności dominuje płoć, ukleja i okoń, łącznie stanowiące ok. 82% zespołu ichtiofauny. W pelagialu stwierdzono występowanie 12 gatunków ryb. Dominują wśród nich leszcz, ukleja i płoć, które stanowią ok. 94% zespołu ryb. Biomasa płoci w litoralu wahała się od 2 do 118 kg ha^{-1} (Antoni Amirowicz, dane niepubl.). W początkowym okresie istnienia zbiornika najliczniej występowały perkoz dwuczuby, krzyżowka *Anas platyrhynchos* L. i śmieszka *Larus ridibundus* L. W końcu lat 90-tych XX w. zwiększyła się liczebność czapli siwej i kormorana. Czapla siwa zaczęła się gnieździć na prawym brzegu cofki w niewielkim lasku sosnowym w 1999 r. (Gwiazda 2000).

Zbiornik Goczałkowicki (49°51'N, 18°52'E) został utworzony na rzece Wiśle pomiędzy Strumieniem a Goczałkowicami w 1955 roku. Powierzchnia zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia (255,5 m npm) wynosi ok. 3200 ha, średnia głębokość 4,2 m (maksymalna 13 m), długość ok. 12 km, szerokość 2-6 km. Brzegi zbiornika są płaskie. Na południu znajduje się rozległa i płytka Zatoka Bajerki. Od ujścia Bajerki do cofki zbiornika rozciąga się wał. Na zbiorniku w cofce znajduje się duża wyspa, a przy niższym poziomie wody kilka łach i mniejszych żwirowych wysepek. Poziom wody w zbiorniku zmieniał się w zależności od poziomu opadów w zlewni. Przy braku opadów znacznie się obniżał, natomiast gwałtowne opady powodowały kilkudniowe wezbranie wód, ale później poziom wody wracał do wcześniejszego stanu. W latach badań poziom zbiornika był znacznie obniżony w związku z pracami hydrotechnicznymi na zaporze. Zbiornik pełni rolę zbiornika wody przemysłowej i, w ograniczonym stopniu (ze względu na małą pojemność), ochrony przeciwpowodziowej doliny Wisły poniżej zbiornika. Wcześniej pełnił rolę rezerwuaru wody pitnej, przede wszystkim dla aglomeracji katowickiej. Prowadzona gospodarka rybacka nastawiona jest na odłowy selektywne mające na celu utrzymanie optymalnej struktury ryb w zbiorniku tak, aby ich wpływ na jakość wody był ograniczony. Rekreacja na wodzie i nad brzegami zbiornika nie była intensywna. Nieliczna grupa wędkarzy może korzystać z łowisk w wydzielonej części zbiornika.

Zbiornik Goczałkowicki jest zbiornikiem eutroficznym. Jego otoczenie stanowią pola i łąki, a na południowym-wschodzie las. Wzbogacenie zbiornika w związki biogenne powodowało występowanie okresowych zakwitów glonowych. Na brzegach, na niewielkich obszarach, rosła wierzba. Obszar litoralu zajmował 26% powierzchni zbiornika. Duży obszar porastały zarośla szuwarowe i makrolity reprezentowane głównie

http://rcin.org.pl

przez pałkę szerokolistną *Typha latifolia* L., trzcinę pospolitą, mannę mielec *Glyceria aquatica* (L.) Wahlb., wywłócznik kłosowy *Myriophyllum spicatum* L. i kilka gatunków z rodzaju *Potamogeton*. Charakter zbiornika sprzyja wytworzeniu się tam siedlisk dogodnych dla wielu gatunków ptaków wodnych. Najważniejszym miejscem gdzie ptaki przystępują do lęgów jest cofka zbiornika. Znajdują się tam rozległe, podmokłe i wilgotne łąki, zarośla krzewów, szuwary trzcinowe i mannowe oraz liczne kanały wodne tworzące mozaikę różnych siedlisk.

Na podstawie badań prowadzonych w latach 1981-1983 stwierdzono występowanie w zbiorniku 16 gatunków ryb. Najliczniejsze były leszcz i płoć, stanowiące 49% zespołu ryb pod względem liczebności i 50% pod względem biomasy (Starmach 1986, Jelonek i Amirowicz 1987). Stosunkowo liczne były okoń, ukleja i sandacz. Bocheński (1986) stwierdził występowanie 69 gatunków ptaków związanych ze środowiskiem wodnym, łącznie z ptakami wróblowymi *Passeriformes*. Najliczniej występowała śmieszka w okresie lęgowym, a w okresie przelotów również głowienka *Aythya ferina* (L.) i czernica *Aythya fuligula* (L.). W latach 1981-1985 kolonia lęgowa śmieszki liczyła 1400-9200 par. Stosunkowo licznie, choć z dużymi wahaniami liczebności, gnieździły się tam perkoz dwuczuby (250-300 par w latach 1995-1997), rybitwa rzeczna *Sterna hirundo* L. (126 pary w 1995 r.), a w 1986 r. powstała tam mała kolonia kormoranów (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Zbiornik Goczałkowicki, będąc jedną z najważniejszych ostoi ptaków lęgowych i migrujących, włączony został w sieć ostoi ptaków „Natura 2000". Gniazduje tam m.in. czapla purpurowa *Ardea purpurea* L. i rybitwa białowąsa *Chlidonias hybridus* (Pall.) (Betleja 2005).

Zbiornik Dzierżno Duże (50°21'N, 18°35'E) leży w północno-zachodniej części Wyżyny Śląskiej, ok. 7 km od Gliwic. Powstał on na rzece Kłodnica w 1964 roku w wyniku wypełniania wodą wyrobisk pokopalnianych. Powierzchnia zbiornika wynosi 620 ha, łączna pojemność ok. 87 mln m^3, a głębokość dochodzi do 20 m. Zbiornik ma ok. 5,6 km długości i maksymalnie 1,5 km szerokości, a jego linia brzegowa przy średnim poziomie wody wynosi 14,5 km. Zbiornik charakteryzuje się dużymi wahaniami wody i ubogą roślinnością przybrzeżną. Zasila on w wodę Kanał Gliwicki w celu utrzymania żeglugi. Spełnia również rolę osadnika dla Kłodnicy, gromadząc zanieczyszczenia przemysłowe i komunalne.

Na półwyspie, pomiędzy kanałem a połączoną z nim niewielką zatoką, znajdowała się na robiniach *Robinia pseudoacacia* L. kolonia kormorana i czapli siwej (Profus i in. 2002). Z ryb stwierdzono takie gatunki jak: płoć, karaś *Carassius carassius* (L.), karp *Cyprinus carpio* (L.), leszcz, słonecznica *Leucaspius delineatus* (Heckel), lin *Tinca tinca* (L.), sandacz, okoń, ciernik *Gasterosteus aculeatus* (L.), szczupak *Esox lucius* L. (Ostański i in. 2000).

Zbiornik Mietkowski (50°57'N, 16°38'E) położony jest ok. 35 km na południowy-zachód od Wrocławia. Został on utworzony na rzece Bystrzycy (dorzecze Odry) w 1986 roku. Powierzchnia lustra wody wynosi ok. 920 ha. Głównym zadaniem zbiornika jest regulacja przepływu Bystrzycy poniżej zbiornika i dostosowania go do stanów Odry.

http://rcin.org.pl

Zbiornik służy również celom rekreacyjnym oraz jest użytkowany wędkarsko. W ciągu roku podlega wyjątkowo dużym wahaniom wody, ze względu na niedalekie sąsiedztwo pasm górskich, jak i położenie przy zbiorniku kopalni żwiru. Proces opróżniania zbiornika zaczyna się najczęściej jesienią i trwa on mniej więcej do wczesnej wiosny. Wtedy to również odsłonięte dno znacznie przewyższa powierzchnię lustra wody. Podczas tego kilkumiesięcznego cyklu wypuszczania wody lustro zbiornika nie opada równomiernie. Mniej więcej od marca woda zaczyna się podnosić, tak, że w maju poziom jest ustabilizowany i wynosi ok. 13 m przy zaporze. Bywają jednak lata, kiedy lustro wody pozostaje przez cały rok w górnych jego granicach (powyżej 10 m). Zbiornik, z uwagi na duże wahania lustra wody i zniszczenie strefy litoralowej przez abrazję, jest pozbawiony makrofitów. Wiosną w południowo zachodniej części zbiornika zalewane są łąki i turzycowiska.

W wodach zbiornika stwierdzono występowanie 24 gatunków ryb, z których większość to ryby stagnofilne lub ubikwistyczne, migrujące do rzeki ze zbiornika. Najczęściej występowały tu płoć, leszcz, okoń. Liczne były też karpie, liny, krąpie, jazie *Leuciscus idus* (L.), jazgarze *Gymnocephalus cernuus* (L.), szczupaki, sandacze oraz sumy *Silurius glanis* L. (Jan Błachuta, inf. ustna). Na wyspach znajdujących się w cofce zbiornika znajdowały się kolonie lęgowe śmieszki, rybitwy rzecznej, mewy białogłowej (Dyrcz i in.1998).

Żwirownia Jankowice (50°02'N, 19°26'E) znajduje się na lewym brzegu Wisły w okolicy Zatora w dolinie górnej Wisły. Powierzchnia zalanej żwirowni wynosi 52 ha, a głębokość sięga ok. 10 m (średnia głębokość 4 m). Jest ona częściowo eksploatowana. Na części nieeksploatowanej znajdują się 3 wyspy i wydłużony, wąski półwysep. Brzegi są płaskie, nie porośnięte makrolitami.

W ichtiofaunie dominują leszcz, płoć, okoń, karaś. Wody zarybiane są przez PZW m.in. karpiem. Na dwóch wyspach pokrytych trawą *Graminae*, pokrzywą *Urtica dioica* L. i częściowo wierzbą *Salix* sp. znajdowała się kolonia lęgowa mewy białogłowej wraz z kolonią śmieszki i ślepowrona *Nycticorax nycticorax* L. Została ona utworzona w 1999 r. (Faber i in. 2001). Potencjalnymi obszarami żerowiskowymi mew były żwirownia, tereny rolnicze w pobliżu kolonii, rzeka Wisła (500 m od kolonii) i kompleks stawów rybnych w Spytkowicach (1,5 km od kolonii). Najbliższe wysypisko śmieci znajdowało się w okolicy miasta Oświęcim 11 km od kolonii. W 2001 r. w rzece Wiśle w okolicach kolonii prowadzono prace hydrotechniczne z użyciem ciężkiego sprzętu. Zarówno brzegi rzeki jak i samo koryto były całkowicie zmienione, a woda charakteryzowała się dużą mętnością.

http://rcin.org.pl

3. Materiał i metody

3.1. Prace terenowe

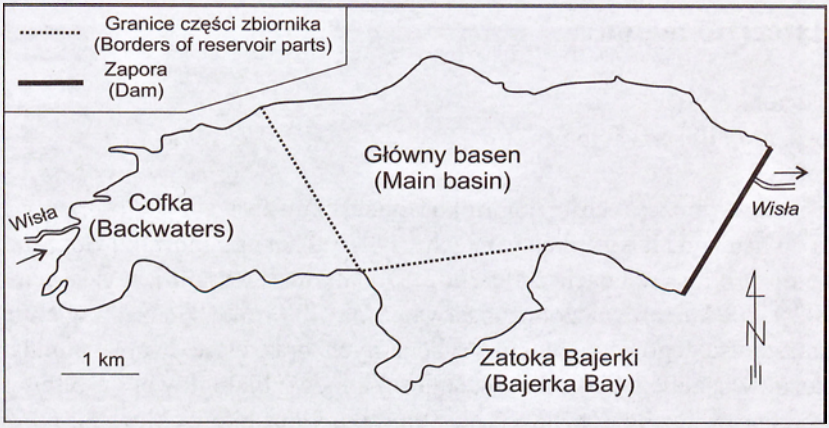
3.1.1. Liczenia i obserwacje ptaków

Liczenia ptaków rybożernych na Zbiorniku Dobczyckim prowadzono 1-2 razy w miesiącu od marca do listopada lub grudnia w latach 1999-2004, a na Zbiorniku Goczałkowickim od lutego do grudnia w latach 2000-2002. Dodatkowo w maju i w czerwcu w latach 1999-2002 i 2004 r. prowadzono obserwacje na Zbiorniku Goczałkowickim w celu określenia statusu lęgowego ptaków rybożernych oraz oszacowania populacji lęgowej perkoza dwuczubego, kormorana, śmieszki, mewy białogłowej i rybitwy rzecznej. Łącznie przeprowadzono 154 liczeń na Zbiorniku Goczałkowickim i 82 na Zbiorniku Dobczyckim. Liczenia prowadzono z brzegu obejmując cały obszar zbiorników przy użyciu lornetki 10x42 i lunety 20-60x66. Jednorazowo kontrola trwała 5-6 godzin. Na Zbiorniku Dobczyckim wyszukiwano gniazda we wszystkich sezonach. W 2002 r. penetrowano podmokłe wyspy utworzone w cofce zbiornika przy pomocy łodzi. W maju i w czerwcu 2004 r. dokonano dokładnej inwentaryzacji gniazd ptaków wodnych, przeszukując dogodne środowiska lęgowe przy użyciu pontonu. Na Zbiorniku Mietkowskim 31.05.2005 r. szukano gniazd ptaków rybożernych w cofce (głównie na wyspach) od strony Domanic. Na żwirowni w Jankowicach wyszukiwano gniazda w kwietniu i w maju w latach 2000-2005 (z wyjątkiem 2002 r.), penetrując wyspy przy użyciu pontonu. Łącznie przeprowadzono na żwirowni 14 liczeń.

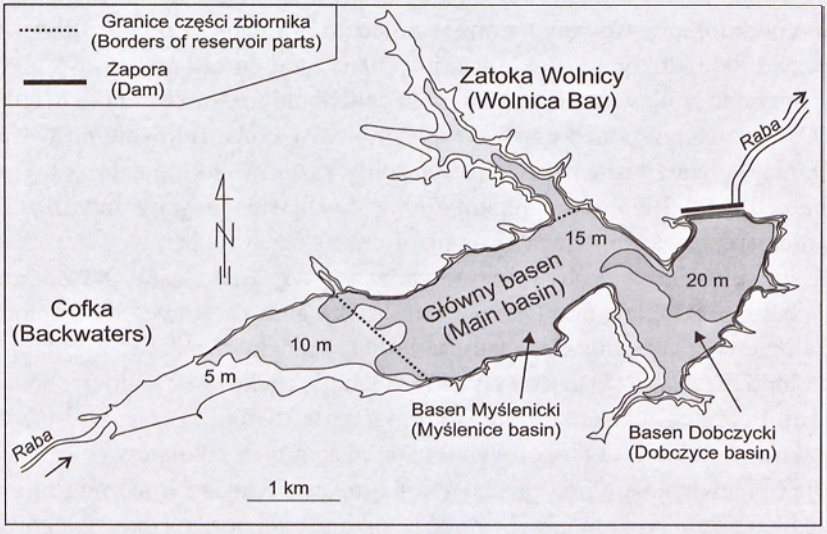
Drzewa z gniazdami w kolonii kormoranów nie były znakowane. Na Zbiorniku Dobczyckim i Zbiorniku Dzierżno Duże liczono zajęte gniazda z brzegu. W kolonii czapli wszystkie drzewa z zajętymi gniazdami były indywidualnie znakowane taśmą z numerem. W kolonii mew gniazda także były indywidualnie znakowane wbitym obok palikiem z numerem. Początek inkubacji czapli i kormoranów stwierdzono na podstawie zachowania ptaków w kolonii. O rozpoczęciu klucia piskląt tych gatunków świadczyły głosy piskląt oraz pojawienie się pod gniazdami skorup jaj różniących się od zniszczonych. Opuszczenie przez ptaki kolonii było wyznacznikiem zakończenia okresu lęgowego.

Na Zbiorniku Goczałkowickim i Dobczyckim notowano miejsce i liczebność żerujących ptaków. Obydwa zbiorniki zostały podzielone na 3 części: główny basen – obejmujący najgłębszą część zbiorników, o brzegach z małą ilością makrolitów; zatoka – duże zatoki zbiorników: Zatoka Bajerki na Zbiorniku Goczałkowickim i Zatoka Wolnicy na Zbiorniku Dobczyckim, charakteryzujące się małą głębokością i dużą powierzchnią litoralu; cofka – wypłycona górna część zbiorników z płyciznami, łachami (wyspą na Zbiorniku Goczałkowickim) (Ryc. 2 i Ryc. 3). Główny basen Zbiornika Dobczyckiego zawierał 2 obszary: Basen Dobczycki, głębszy o charakterze jeziorowym i Basen Myślenicki, płytszy z większym wpływem rzeki. Dodatkowo podczas liczenia ptaków notowano czy były to ptaki żerujące i w jaki sposób żerowały. Informacje o sposobie żerowania ptaków rybożernych zebrano na Zbiorniku Dobczyckim dla perkoza dwu-

http://rcin.org.pl



Ryc. 2. Mapa Zbiornika Goczałkowickiego z podziałem na części.
Fig. 2. Map of the Goczałkowice Reservoir with division on parts.



Ryc. 3. Mapa Zbiornika Dobczyckiego z podziałem na części. Zaznaczono wybrane głębokości.
Fig. 3. Map of the Dobczyce Reservoir with division on parts. Selected depth was marked.

czubego – 1879 przypadków, dla kormorana – 310 przypadków, dla czapli siwej – 1698 przypadków i dla mewy białogłowej – 1192 przypadków.

Czas nurkowań perkozów na Zbiorniku Dobczyckim był mierzony z dokładnością do sekundy w cofce zbiornika z końca wału na prawym brzegu zbiornika w okolicach miejscowości Banowice. Wybrany osobnik był obserwowany bez przerwy ok. 10 min. lub krócej, jeśli istniała możliwość pomylenia go z innym nurkującym osobnikiem (Altmann 1974). W tym samym dniu w pobliżu miejsca, gdzie nurkowały perkozy mierzono także przejrzystość wody za pomocą krążka Secciego. Określono ją jako głębokość na

http://rcin.org.pl

której zanikała widzialność krążka. Wielkość złowionych przez perkoza ryb określono w stosunku do długości dzioba metodą, którą podał Bayer (1985) dla czapli. Długość dzioba perkoza dwuczubego przyjęto na 5 cm.

3.1.2. Próby pokarmowe

Pokarm ichtiofagów nurkujących na Zbiorniku Dobczyckim określono na podstawie analizy żołądków ptaków, utopionych w sieciach rybackich w latach 1990-2005. W ten sposób pozyskano 11 nurów rdzwoszyich (9 os. w listopadzie, po 1 os. w październiku i w grudniu), 9 perkozów dwuczubych (3 os. w październiku, 2 os. w listopadzie, po 1 os. w czerwcu, w sierpniu, we wrześniu i w grudniu) i 6 kormoranów (3 os. w październiku, 2 os. w listopadzie, 1 os. w lipcu). W dniu 20.09.1993 dokonano odstrzału 5 perkozów dwuczubych na podstawie zezwolenia Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Do analiz pokarmu ichtiofagów w okresie przelotów pozyskano kormorany (3 os.) i mewy białogłowe (5 os.), odstrzelone na Zbiorniku Goczałkowickim we wrześniu 2002 r w ramach zezwolenia na redukcję gatunku szkodliwego dla rybactwa.

Wypluwki (zlepek niestrawionych części pokarmu zwracany przez otwór gębowy ptaka) oraz pokarm przynoszony dla piskląt i znajdowany w pobliżu gniazd ptaków rybożernych zbierano w koloniach lęgowych na czterech zbiornikach zaporowych: Zbiorniku Dobczyckim (kormoran, czapla siwa), Zbiorniku Goczałkowickim (kormoran), Zbiorniku Dzierżno Duże (kormoran) i Zbiorniku Mietkowskim (mewa białogłowa) oraz żwirowni w Jankowicach k. Zatora (mewa białogłowa). Kontrolowano cały obszar kolonii. Wypluwki kormoranów zbierano na Zbiorniku Goczałkowickim w dniach: 9.06.2000, 6.06.2001 i 10.05.2005, a na Zbiorniku Dzierżno-Duże 25.03.2003 i 10.05.2003. Łącznie zebrano 61 wypluwek na Zb. Goczałkowickim i 81 na Zb. Dzierżno Duże. Pokarm mew białogłowych badano w oparciu o analizę wypluwek i pokarmu przynoszonego do gniazda w kolonii lęgowej na żwirowni w Jankowicach i na Zbiorniku Mietkowskim. Wypluwki zbierano, a próby pokarmowe oznaczano koło gniazd zajętych, gdzie nie przebywały inne ptaki. Wypluwki i próby pokarmowe w Jankowicach zebrano w następujących terminach: 16.05.2001, 15.04.2003, 23.04.2003, 29.04.2003, 8.05.2003, 16.05.2003, 6.04.2004, 20.04.2004, 28.04.2004, 14.05.2004, 26.05.2004. Łącznie zebrano 34 wypluwki w 2003 r. i 78 w 2004 r. oraz 83 próby pokarmu przyniesionego do gniazda w 2001 r., 30 prób w 2003 r. i 90 w 2004 r. Wypluwki znajdowano w kwietniu i początku maja, a próby pokarmowe były zbierane w drugiej połowie kwietnia i w maju. Na Zbiorniku Mietkowskim zebrano 16 wypluwek oraz oznaczono pokarm przyniesiony do gniazda w dniu 31.05.2005. W czasie każdej kontroli notowano status lęgowy ptaków z danego gniazda.

Do badań zmian sezonowych pokarmu kormoranów zbierano wypluwki kormoranów nielęgowych na noclegowisku położonym w lesie bukowym z domieszką dębu *Quercus* sp. i brzozy *Betula verrucosa* Ehrh. na prawym brzegu Zbiornika Dobczyckiego w latach 2002, 2004 i 2005. Kormorany odpoczywały na kilku bukach *Fagus sylvatica* L. rosnących nad stromym brzegiem zbiornika. Wypluwki zbierano raz w miesiącu w okresie od czerwca do listopada 2002 r., od kwietnia do grudnia 2004 r. i od maja

http://rcin.org.pl

do listopada (z wyjątkiem lipca) 2005 r. Każdorazowo starano się zebrać minimum 10 wypluwek. Łącznie zebrano 92 wypluwki w 2002 r., 113 w 2004 r. i 47 w 2005 r. Mała liczba zebranych wypluwek w 2005 r. wynikała ze znacznego zmniejszenia obszaru (brzegu), gdzie można je zebrać ze względu na wyższy poziom wody zbiornika.

Pokarm czapli określano na podstawie badań wypluwek i wykrztuszeń (pokarmu przynoszonego w wolu i zwracanego na gnieździe) znalezionych pod gniazdami w czasie kontroli kolonii, 2-3 razy w miesiącu od początku kwietnia do końca czerwca w latach 2001-2005. Wypluwki znajdowano w kwietniu i maju, w okresie inkubacji i kiedy pisklęta były małe, a pokarm wykrztuszony od końca maja do początku lipca. Na wcześniejszych etapach okresu lęgowego wykrztuszony pokarm znajdowano sporadycznie. Pokarm mew przynoszony do gniazd i wykrztuszenia czapli siwych były oznaczane w terenie. Niestrawione ryby oznaczano do gatunku i mierzono od początku otworu gębowego do końca złożonej płetwy ogonowej, a częściowo strawione (głowa) były mierzone od początku płetwy grzbietowej do końca płetwy ogonowej z dokładnością do 5 mm. Ich długość całkowita była odtwarzana na podstawie materiału porównawczego uzyskanego na Zbiorniku Dobczyckim. W latach 2001-2005 zidentyfikowano łącznie 240 ryb.

Do analiz pokarmu mew z kolonii w Jankowicach pogrupowano wypluwki w dwóch okresach: składania jaj/inkubacji oraz wychowu piskląt. Porównano strukturę gatunkową i wielkościową ryb w wypluwkach kormoranów z kolonii na Zbiorniku Dzierżno Duże w okresie przed inkubacją i w okresie wychowu piskląt.

Analiza wypluwek wykazuje obecność twardych, niestrawialnych części pokarmu podczas gdy pokarm miękki, łatwo trawiony może być słabo reprezentowany (Brown i Ewins 1996). Jednak inne badania pokazują, że analiza wypluwek odzwierciedla skład pokarmu (Annett i Pierotti 1989) i jest bardzo użyteczna do określenia jego zmian w sezonach i między różnymi miejscami.

W celu określenia wpływu niektórych czynników abiotycznych na skład pokarmu kormoranów i czapli na Zbiorniku Dobczyckim przeprowadzono pomiary przejrzystości wody i temperatury wody w Basenie Dobczyckim w terminach poboru prób pokarmowych czapli siwych (kwiecień-czerwiec od 2001 r. do 2005 r.) oraz kormoranów w okresie od kwietnia do grudnia 2002 r., 2004 r. i 2005 r. W celu określenia wpływu poziomu wody na skład pokarmu czapli siwej wykorzystano dane dziennych poziomów piętrzenia Zbiornika Dobczyckiego w latach 2001-2004 udostępnione przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie.

Przejrzystość wody mierzono na Zbiorniku Dobczyckim za pomocą krążka Secciego. Temperaturę powierzchni wody i na głębokości 2,5 m mierzono z dokładnością do 0,1°C.

3.1.3. Odłowy ryb

Struktura zespołu ryb mogących stanowić pokarm czapli na Zbiorniku Dobczyckim była określana na podstawie odłowów przy użyciu przywłoki (długość skrzydła 10 m, 5 mm średnica oka). Ryby były łowione 3 i 10 czerwca 2002 roku w miejscach żerowania czapli siwej. W każdym miejscu i terminie przeprowadzono dwa zaciągi w litoralu

http://rcin.org.pl

o głębokości do 1 m. Każdy zaciąg był traktowany oddzielnie jako CPUE, t.j. odłów na jednostkę wysiłku (catch per unit of effort). Złapane ryby były zmierzone z dokładnością do 1 mm i zważone z dokładnością do 0,1 g. Razem złowiono 1203 ryby.

W celu określenia struktury zespołu ryb mogących stanowić pokarm kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim wykonano w strefie litoralnej i pelagicznej zbiornika 2-krotne połowy badawcze (23 czerwca i 10 października 2005 r.) przy pomocy kompletu wontonów o wielkości oka 10, 20, 30 i 40 mm. Wybrane miejsca odłowów ryb odpowiadały strefom żerowania kormoranów. Ryby oznaczano do gatunku, mierzono ich długość całkowitą z dokładnością do 1 mm i ważono z dokładnością do 0,1 g. Łącznie złowiono 234 ryby w czerwcu i 748 w październiku.

Przy szacowaniu struktury zespołu uwzględniono liczbę okazów poszczególnych gatunków złowionych w wontony o różnej wielkości oka oraz długości tych wontonów. Na tej podstawie wyrażono liczby złowionych okazów jako CPUE, a następnie przeliczono je na udział procentowy tych gatunków w zespole. Metoda obliczeń została przedstawiona w pracy Pociechy i Amirowicza (2003).

3.2. Analizy laboratoryjne

Utopione i odstrzelone ptaki przetrzymywano w zamrażarce w temp. ok. –18°C. Po rozmrożeniu pozyskane perkozy i kormorany ważono z dokładnością do 1 g, a nury z dokładnością do 5 g. Pomiary długości skrzydła i ogona dokonywano z dokładnością do 1 mm, a pomiary długości dzioba i skoku dokonywano za pomocą suwmiarki z dokładnością do 0,1 mm. Nie dokonano pomiarów u dwóch perkozów dwuczubach.

Zawartość przewodów pokarmowych (przełyków i żołądków) przeglądano przy użyciu lupy binokularnej przy powiększeniu 4,8x lub 8x oraz wybierano szczątki roślin i zwierząt. W przypadku zawartości żołądków i przełyków perkozów pozostałość przenoszono do szklanego cylindra, zalewano wodą i flotowano. Dopiero po odlaniu wody i usunięciu piór znajdujących się w żołądkach uzyskany materiał przeglądano. Okazy kompletne oznaczano i mierzono ich długość całkowitą (od otworu gębowego do końca złożonej płetwy ogonowej). Do oznaczeń szczątków ryb służyły wybrane kości. Ryby karpiowate (*Cyprinidae*) oznaczano na podstawie zębów gardłowych (*ossa pharyngea inferiora*), a ryby okoniowate (*Percidae*) na podstawie otolitów i kości wieczka skrzelowego (operculum). Długość całkowitą ryb szacowano na podstawie równań regresji opierając się na materiale porównawczym (Antoni Amirowicz, dane niepubl.). Owady oznaczano na podstawie wyglądu głów i przedpleczy oraz obecności pokryw skrzydłowych (Pławilszczikow 1968, Kołodziejczyk i in. 1998). Owady oznaczano do rzędu, a ryby, ptaki i ssaki do gatunku. Ptaki oznaczano na podstawie upierzenia i morfologii dzioba oraz skoku. Ssaki oznaczano na podstawie struktury czaszki, żuchwy i wzorów na zębach trzonowych (Pucek 1981). Natomiast nie określano przynależności gatunkowej ssaków na podstawie badania sierści (analiza rdzenia włosów i układu łusek odciśniętych w żelatynie). Liczbę ofiar ustalano na podstawie maksymalnej liczby

http://rcin.org.pl

charakterystycznych szczątków wykorzystanych do identyfikacji. Określono liczbę ryb w żołądkach oraz przynależność gatunkową zjedzonych ryb.

Zebrane wypluwki przetrzymywano w zamrażarce. Przed analizami były one rozmrażane, następnie rozpreparowywane za pomocą pincety. W wypluwkach, przy użyciu lupy binokularnej, wyszukiwano elementy mogące mieć znaczenie diagnostyczne. Oznaczano szczątki ryb (otolity, zęby gardłowe, płytki żarnowe, szczęki) oraz charakterystyczne kości ptaków, ssaków i płazów, chitynowe pancerze owadów, skorupy ptasich jaj, resztki małży, ślimaków, części roślinnych (w tym nasion), odpadki. Liczba osobników ryb danego gatunku była określana na podstawie największej liczby zidentyfikowanych szczątków rozróżniając części prawe i lewe. Znajdujące się w wypluwkach ryby karpiowate oznaczano na podstawie kości gardłowych i płytek żarnowych. Ryby okoniowate oznaczano na podstawie otolitów i wieczek skrzelowych; szczupaka i sandacza identyfikowano na podstawie obecności szczęk. Dokonywano pomiarów otolitów ryb okoniowatych oraz zębów gardłowych i płytek żarnowych ryb karpiowatych za pomocą okularu z podziałką. Służyły one do odtwarzania długości całkowitej ryb na podstawie równań regresji. Do określenia długości ciała ryb na podstawie długości zębów gardłowych (mm) zastosowano równania podane przez Horoszewicz (1960). W związku z tym, że równania te odnoszą się do długości ciała ryb karpiowatych bez ogona, długość całkowitą oszacowano przez zwiększenie określonej długości ciała ryb o 15%. Długość płoci i leszcza w oparciu o płytki żarnowe określono na podstawie równań regresji podanych przez Veldkamp (1995a). Aby oszacować długość całkowitą uzyskaną długość ogonową (*longitudo caudalis*) zwiększano o 7%. Dla obliczenia długości całkowitej karpia z płytek żarnowych ich długość mnożono przez 2,4 (Amirowicz dane niepubl.). Ciężar leszcza, karpia, płoci, wzdręgi, jazgarza, okonia i sandacza określano na podstawie równań regresji podanych przez Dirksen i in. (1995). Dla klenia, uklei, brzanki *Barbus petenyi* (Henkel) i strzebli potokowej *Phoxinus phoxinus* (L.) zastosowano poniższe wzory podane przez Amirowicz (dane niepubl.):

Kleń – $W = 0{,}005916*LT^{3{,}197846}$; $r^2 = 0{,}998$; $N = 32$

Ukleja – $W = 0{,}004172*LT^{3{,}210933}$; $r^2 = 0{,}986$; $N = 40$

Brzanka – $W = 0{,}006098*LT^{3{,}156}$; $r^2 = 0{,}987$; $N = 155$

Strzebla potokowa – $W = 0{,}00474*LT^{3{,}297}$; $r^2 = 0{,}989$; $N = 70$

gdzie: W – ciężar ryby (g), LT – długość całkowita (cm)

W przypadku jelca *Leuciscus leuciscus* (L.) i świnki *Chondrostoma nasus* (L.) oszacowano ciężar na podstawie równań dla klenia. W przypadku brzany *Barbus barbus* (L.), kiełbia *Gobio gobio* (L.) i pstrąga potokowego *Salmo trutta morpha fario* L. oszacowano ciężar stosując równanie dla brzanki. Ciężar szczupaka i karasia srebrzystego *Carassius auratus* (Bloch) wyznaczono opierając się o równania zastosowane przez Martyniak i in. (2003), a ciężar karasia stosując równania dla karpia.

Analiza wypluwek jest powszechnie stosowaną metodą do określania składu pokarmu kormoranów. Nie zawsze szczątki pozwalające dokonać oznaczenia gatunkowego pozwalały również na oszacowanie wielkości. Przyjmując, że wypluwka jest formowa-

http://rcin.org.pl

na przez kormorana raz dziennie (Zijlstra i Van Eerden 1995), zapotrzebowanie pokarmowe tego gatunku określono jako średni ciężar ryb stanowiących wypluwkę.

3.3. Analizy statystyczne

Określano medianę liczby ryb w wypluwkach ptaków rybożernych. Liczono frekwencję wypluwek zawierających dany gatunek ryby lub rodzaj pokarmu. Strukturę gatunkową ryb w wypluwkach, ryb przynoszonych do gniazd lub wykształconych obliczano na podstawie udziałów poszczególnych gatunków w stosunku do wszystkich znalezionych ryb. Strukturę tą określano zarówno pod względem liczebności jak i biomasy ryb. Udział poszczególnych gatunków ryb lub składników w pokarmie pod względem liczebności lub biomasy określono jako średnią sumę jego udziałów we wszystkich badanych wypluwkach.

Do zbadania podobieństwa pomiędzy pokarmem kormorana, nura rdzawoszyjego i perkoza dwuczubego zastosowano wskaźnik podobieństwa (Odum 1982): $S = 2C/A+B$, gdzie: A = liczba gatunków w próbie A, B = liczba gatunków w próbie B, C = liczba gatunków wspólnych dla obu prób.

W celu zbadania zróżnicowania pokarmu kormorana w różnych okresach zastosowano wskaźnik różnorodności biologicznej Shannona (Odum 1982): $H' = -\Sigma p_i \log p_i$, gdzie: p_i = prawdopodobieństwo znaczenia dla każdego gatunku (ni/N).

Do zbadania preferencji kormorana i czapli siwej w stosunku do ryb o różnej długości zastosowano wskaźnik Jacobs'a (Jacobs 1974): $D = (r-p)/(r+p-2rp)$, gdzie: r = proporcja danej klasy wielkości w pokarmie, p = proporcja danej klasy wielkości w zespole ryb. Indeks D może przybierać wartości od -1 (całkowite unikanie) do +1 (całkowita preferencja).

Do określenia różnic w ciężarze, długości skrzydła i dzioba znalezionych w sieciach rybackich kormoranów, nurów rdzawoszyich i perkozów dwuczubych zastosowano test t-Studenta (Sokal i Rohlf 1987). Do określenia różnic w składzie pokarmu pomiędzy różnymi gatunkami ptaków rybożernych stosowano test chi-kwadrat (Sokal i Rohlf 1987). Ten sam test zastosowano do zbadania różnic w strukturze pokarmu i w zespole ryb dla kormorana i czapli siwej. Do określenia różnic w długości całkowitej zjadanych ryb pomiędzy różnymi gatunkami, pomiędzy dietą czapli a zespołem ryb oraz pomiędzy dietą kormorana a zespołem ryb zastosowano test Manna-Whitney'a (Sokal i Rohlf 1987). Test ten zastosowano również do zbadania różnic w długości całkowitej ryb w pokarmie kormorana w maju i w czerwcu oraz do określenia różnic w długości całkowitej zjadanych przez kormorana płoci i okoni. Różnice w rozkładach długości ryb w diecie czapli siwej i w zespole ryb testowano przy użyciu testu Kołmogorova-Smirnowa (Sokal i Rohlf 1987). Do porównania różnic pomiędzy liczebnością czapli w poszczególnych obszarach żerowania czapli w latach 2001-2002 zastosowano analizę uogólnionego modelu liniowego (GLM) (Program Systat 9; SPSS 11.5.0). Zależność wpływu przejrzystości i temperatury wody na strukturę i wielkość ryb w pokarmie kormorana i czapli siwej badano przy pomocy analizy korelacji (Sokal i Rohlf 1987).

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

4. Wyniki

4.1. Występowanie i liczebność lęgowych ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych

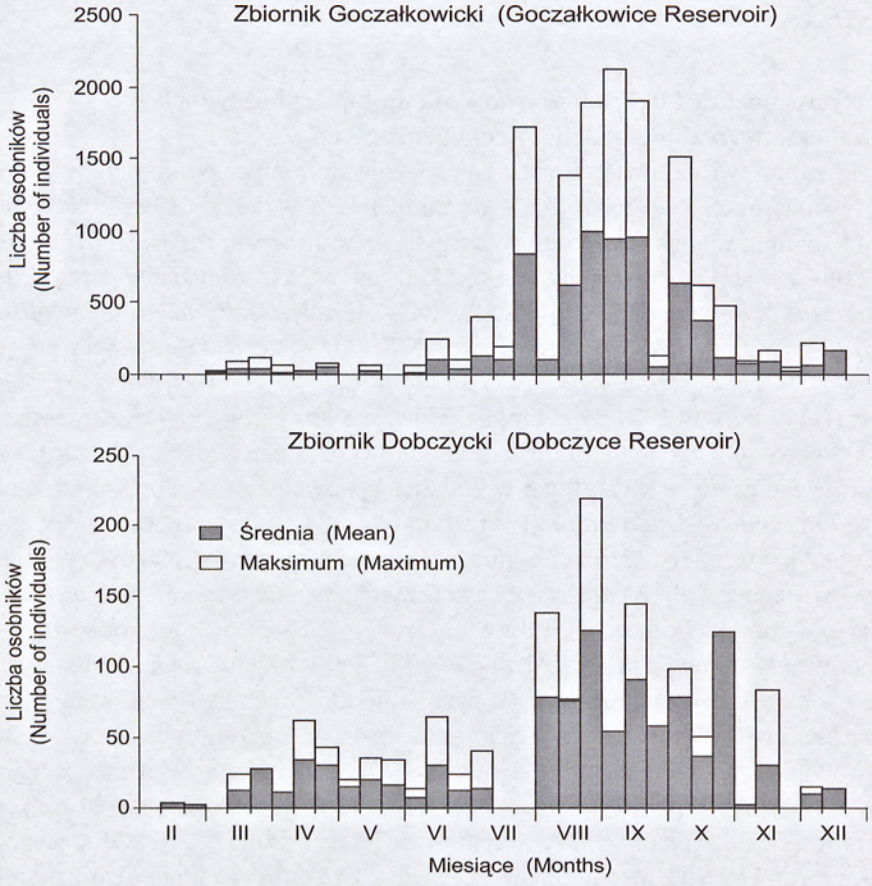
Zbiorniki zaporowe stanowią miejsce gnieżdżenia się i odpoczynku ptaków wodnych, w tym rybożernych. Na Zbiorniku Goczałkowickim w latach 1999-2004 gniździło się 14 gatunków ptaków rybożernych: perkozek *Tachybaptus ruficollis* (Pall.) (15 par w 2004 r.), perkoz dwuczuby (do ok. 200 par w okresie badań), perkoz rdzawoszyi *Podiceps grisegena* (Bodd.) (1 para w 2004 r.), zausznik *Podiceps nigricollis* (C.L. Brehm) (245 par w 2004 r.), kormoran (0-138 w okresie badań), czapla purpurowa (5 par w 2004 r.), bąk *Botaurus stellaris* (L.) (4 pary w 2004 r.), bączek *Ixobrychus minutus* (L.) (2 pary w 2004 r.), rybitwa białowąsa (436 par w 2004 r.), śmieszka (min. 500-1000 par w okresie badań), mewa białogłowa (0-8 par w okresie badań), rybitwa czarna *Chlidonias niger* (L.) (70 par w 2004 r.), rybitwa rzeczna (do 176 par w okresie badań) i zimorodek *Alcedo atthis* (L.) (1 para w 2004 r.). Na Zbiorniku Dobczyckim w tym samym okresie stwierdzono gnieżdżenie się 6 gatunków ptaków rybożernych: perkoza dwuczubego (0-12 par), czapli siwej (20-68 par), nurogęsi *Mergus merganser* L. (1-3 pary), śmieszki (kilka par), rybitwy rzecznej (2-35 par) i zimorodka (0-1 para). Na Zbiorniku Mietkowskim stwierdzono w 2005 r. gnieżdżenie się 5 gatunków ptaków rybożernych: perkoza dwuczubego (9 par), śmieszki (ok. 2500 par), mewy pospolitej *Larus canus* (1-2 pary), mewy białogłowej (44 pary), rybitwy rzecznej (51 par). Na żwirowni w Jankowicach w latach 2000-2004 stwierdzono 7 gatunków lęgowych ptaków rybożernych: perkoza dwuczubego (4-8 par), ślepowrona (do 80 par), mewę czarnogłową *Larus melanocephallus* Temm. (1-2 pary), śmieszkę (do 2000 par), mewę białogłową (do 119 par), mewę romańską *Larus michahellis* (Naumann) (1 para mieszana z mewą białogłową), rybitwę rzeczną (kilkanaście par).

Liczebność par lęgowych większości gatunków ptaków rybożernych wykazywała zmiany w poszczególnych latach bez wyraźnego trendu. Stały wzrost populacji lęgowej zanotowano w koloniach kormorana na Zbiorniku Dzierżno Duże (z 23 par w 2000 r. do 190 par w 2004 r.), czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim (z 20 par w 2001 r. do 68 par w 2004 r.) i mewy białogłowej w Jankowicach (z 20 par w 2000 r. do 119 par w 2004 r.).

4.2. Liczebność wybranych gatunków ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych w ciągu roku

Nur rdzawoszyi był obserwowany na Zbiorniku Dobczyckim sporadycznie (zaledwie 2 razy w czasie badań) w okresie migracji jesiennej w listopadzie w liczbie 1 i 2 os. Również na Zbiorniku Goczałkowickim w latach 2000-2002 ten gatunek był obserwowany zaledwie 6 razy (4 razy w listopadzie, raz w październiku i raz w grudniu), zwykle pojedynczo, maksymalnie 6 os. (2.12.2001). W okresie przelotów największe

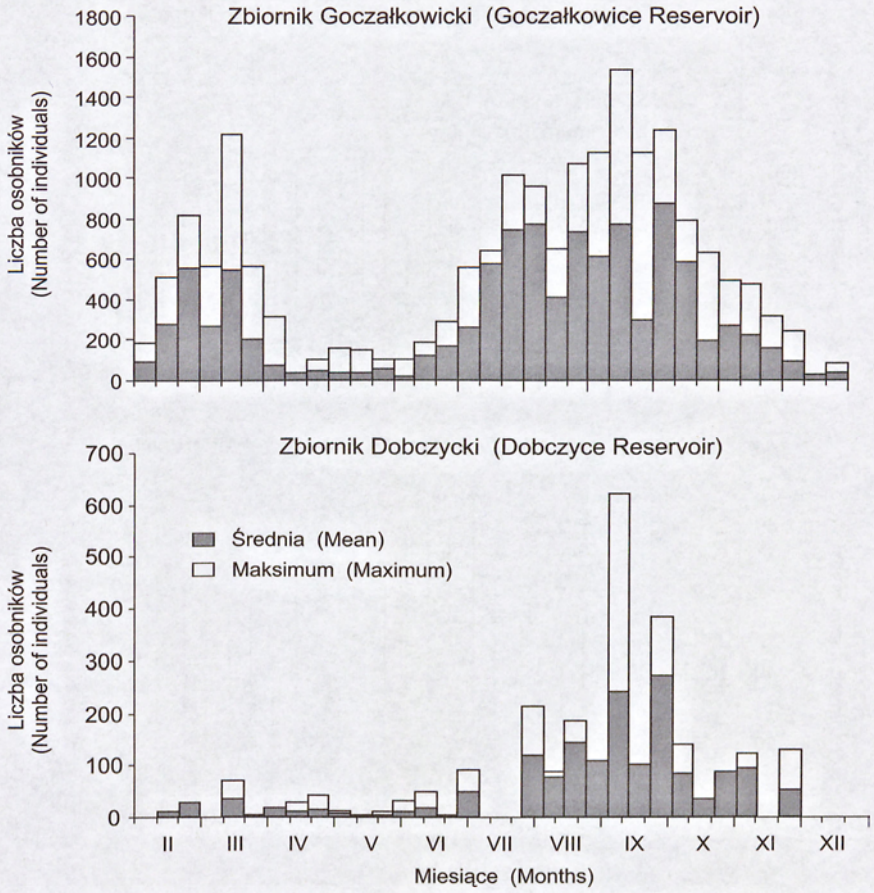
http://rcin.org.pl



Ryc. 4. Średnia i maksymalna liczebność perkoza dwuczubego *Podiceps cristatus* w dekadach na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dobczyckim w ciągu roku.
Fig. 4. Average and maximum number of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in decades on the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir during a year.

liczebności perkozów dwuczubych stwierdzono na Zbiornikach Goczałkowickim i Dobczyckim na przełomie sierpnia i września. Maksymalnie było to odpowiednio 2130 os. (10.09.2000) i 219 os. (31.08.1999) (Ryc. 4). Szczyt liczebności kormoranów na obydwu zbiornikach przypadał od połowy września do 1 dekady października. Na Zbiorniku Goczałkowickim stwierdzono maksymalnie 1535 os. (16.09.2000), a na Zbiorniku Dobczyckim 611 os. (17.09.2002) (Ryc. 5). Czapla siwa była najliczniejsza na Zbiorniku Goczałkowickim w 1 dekadzie września (do 329 os. – 10.09.2000), a na Zbiorniku Dobczyckim w drugiej połowie czerwca (maksymalnie 87 os. – 18.06.2002) (Ryc. 6). Mewa srebrzysta/białogłowa miała kilka szczytów liczebności. Największa jej liczebność na Zbiorniku Goczałkowickim wynosiła 785 os. (10.07.2002), a na Zbiorniku Dobczyckim – 193 os. (31.08.1999) (Ryc. 7). Mediana liczebności badanych gatunków na Zbiorniku Goczałkowickim w każdym roku była najwyższa dla kormorana.

http://rcin.org.pl



Ryc. 5. Średnia i maksymalna liczebność kormorana *Phalacrocorax carbo* w dekadach na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dobczyckim w ciągu roku.

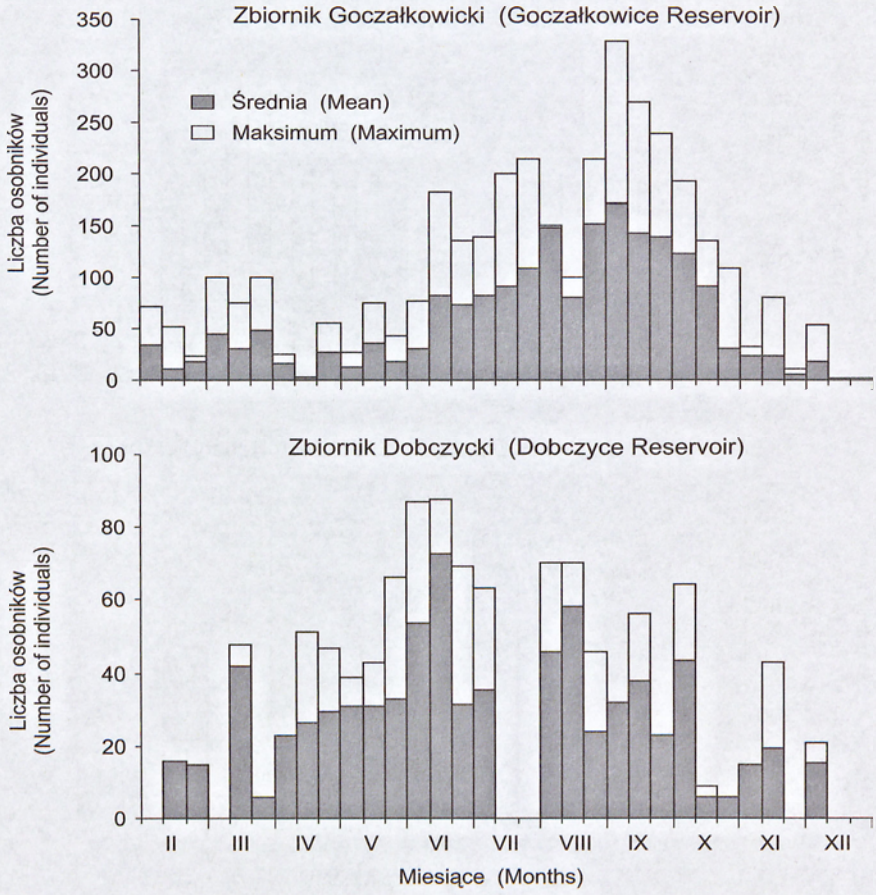
Fig. 5. Average and maximum number of Cormorant *Phalacrocorax carbo* in decades on the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir during a year.

4.3. Obszary żerowania ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych

Żerowanie nura rdzawoszyjego stwierdzono w obszarze głębszej wody na Zbiorniku Dobczyckim głównie w Basenie Dobczyckim i Myślenickim. Dwa osobniki wpadły w sieci na głębokości 11 m. Na Zbiorniku Goczałkowickim gatunek ten przebywał również w najgłębszej części zbiornika przy zaporze, ale także przy ujściu Bajerki lub Wisły, gdzie głębokość nie jest duża i wynosi ok. 2 m.

Perkoz dwuczuby występował na Zbiorniku Goczałkowickim w różnych miejscach, zarówno w głównym basenie zbiornika jak w cofce i zatoce (Ryc. 8). W 2000 r. mediana udziału perkoza była najwyższa w głównym basenie zbiornika i wynosiła 50% (N = 27). W 2001 r. największy udział perkozów zanotowano w cofce (mediana udziału:

http://rcin.org.pl

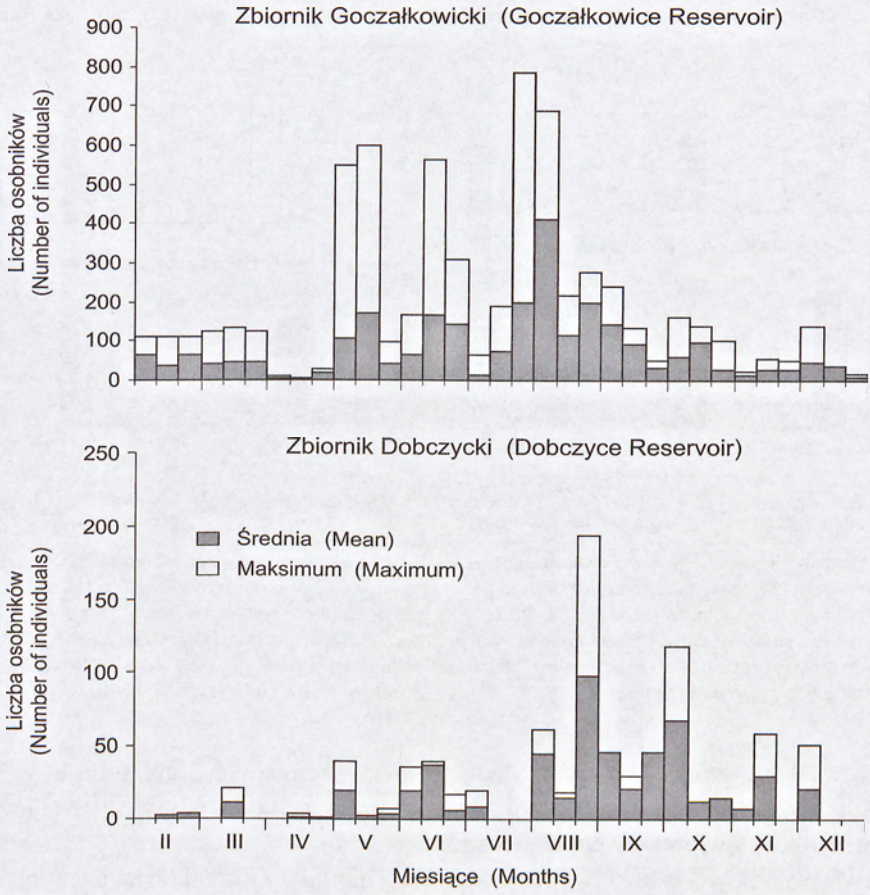


Ryc. 6. Średnia i maksymalna liczebność czapli siwej *Ardea cinerea* w dekadach na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dobczyckim w ciągu roku.
Fig. 6. Average and maximum number of Grey Heron *Ardea cinerea* in decades on the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir during a year.

45,0%, N = 26), a w 2002 r. w zatoce (mediana udziału: 22,0%, N = 31). Perkozy żerowały zarówno w głębszej części Zbiornika Dobczyckiego jak i w płytkich obszarach cofki zbiornika czy Zatoki Wolnicy (Ryc. 8). Mediana udziału w głębszej części zbiornika wynosiła 44% w 1999 r. (N = 10), 63% w 2000 r. (N = 10), 69% w 2001 r. (N = 12) i 61% w 2002 r. (N = 12). Wyjątkowy był rok 2004, w którym mediana udziału perkozów w płytkiej cofce wynosiła aż 82% (N = 12).

Kormorany przebywały na Zbiorniku Goczałkowickim głównie w zatoce (przy zachodnim brzegu Zatoki Bajerki), w obszarze o mniejszej głębokości (Ryc. 9). Mediana udziału wynosiła w 2000 r. 90,5% (N = 32), a w 2002 r. 50,0% (N = 42). Wyjątkiem był suchy rok 2001, z niskim poziomem wody, kiedy kormorany przebywały głównie w cofce przy ujściu Wisły (mediana = 52,3%, N = 27). Kormoran był obserwowany na Zbiorniku Dobczyckim głównie w cofce w ciągu całego roku

http://rcin.org.pl

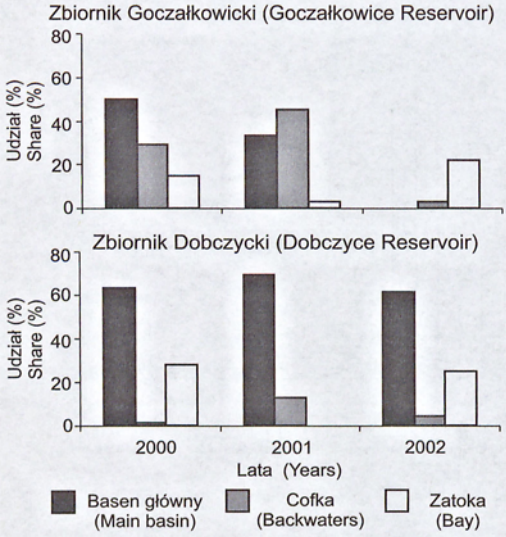


Ryc. 7. Średnia i maksymalna liczebność mewy srebrzystej/białogłowej *Larus argentatus/Larus cachinnans* w dekadach na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dobczyckim w ciągu roku.
Fig. 7. Average and maximum number of Herring/Caspian Gull *Larus argentatus/Larus cachinnans* in decades on the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir during a year.

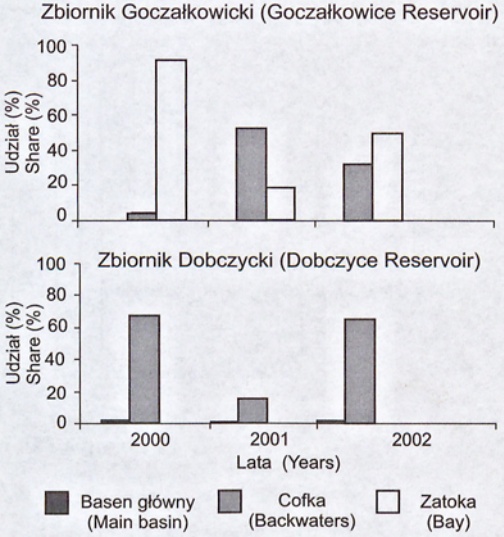
(Ryc. 9). Mediana udziału kormoranów w cofce wynosiła 60,3% (N = 10) w 1999 r., 67,0% w 2000 r. (N = 7), 15,0% w 2001 r. (N = 10), 65,5% w 2002 r. (N = 9) i 98,3% w 2004 r. (N = 10). Najrzadziej i najmniej licznie był odnotowany w Zatoce Wolnicy. Żerowanie kormorana stwierdzano najczęściej w obszarze cofki. Obserwacje 310 żerujących kormoranów w czasie 44 dni pokazały, że 77,4% żerowało w cofce, 14,8% w Basenie Dobczyckim, 6,8% w Basenie Myślenickim, a 1,0% w Zatoce Wolnicy.

Czapla żerowała w Zbiorniku Goczałkowickim głównie w cofce we wszystkich latach badań. Mediana udziału w tym miejscu wynosiła 68,9% (N = 35) w 2000 r., 79,3% (N = 39) w 2001 r. i 82,5% (N = 47) w 2002 r. (Ryc. 10). Czapla żerowała w trzech miejscach na Zbiorniku Dobczyckim: w cofce zbiornika, przy brzegu przylegającym do najgłębszej części zbiornika (Basen Dobczycki) i w rozległej, płytkiej zatoce (Zatoka Wolnicy) (Ryc. 10). Najliczniej przebywała w litoralu cofki zbiornika, zarówno w czasie

http://rcin.org.pl



Ryc. 8. Mediany liczebności perkoza dwuczubego *Podiceps cristatus* w różnych strefach Zbiornika Goczałkowickiego i Zbiornika Dobczyckiego w latach 2000-2002.
Fig. 8. Median number of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in different parts of the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir in years 2000-2002.



Ryc. 9. Mediany liczebności kormorana *Phalacrocorax carbo* w różnych strefach Zbiornika Goczałkowickiego i Zbiornika Dobczyckiego w latach 2000-2002.
Fig. 9. Median number of Cormorant *Phalacrocorax carbo* in different parts of the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir in years 2000-2002.

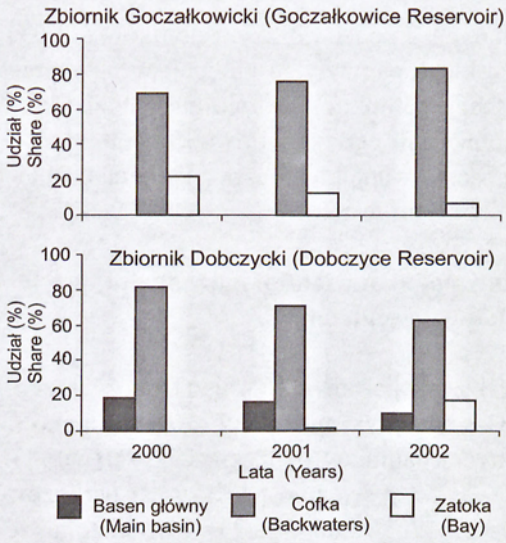
przelotów jak i w okresie lęgowym. Mediana udziału żerujących czapli w cofce w 2000 r. wynosiła 81,2% (N = 9), w 2001 r. 71,2% (N = 10), a w 2002 r. 62,5% (N = 11) wszystkich osobników stwierdzonych na zbiorniku.

Mewa białogłowa/srebrzysta przebywała na Zbiorniku Goczałkowickim w cofce lub w zatoce (Ryc. 11). Najwyższy udział notowano w ujściu Wisły w cofce zbiornika w 2001 r. i 2002 r. (mediany odpowiednio: 55,1%, (N = 27) i 89,3% (N = 39) oraz w Zatoce Bajerki w 2000 r. (mediana = 54,5%, N = 35). Na Zbiorniku Dobczyckim gatunek ten przebywał głównie w cofce pływając w wodzie lub stojąc na łachach (Ryc. 11). Mediana udziału wynosiła 100% we wszystkich badanych latach. Polowania obserwowano wyłącznie w cofce.

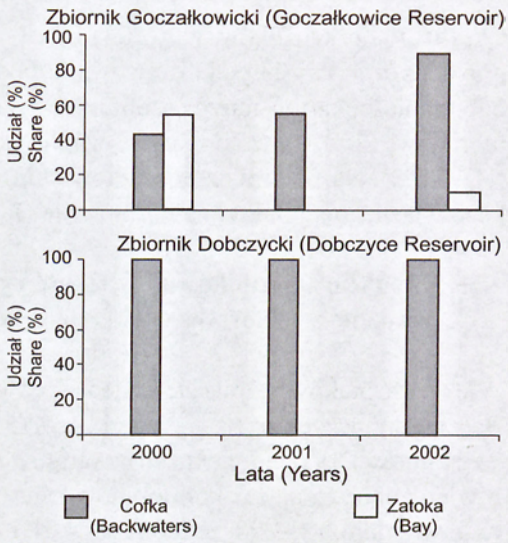
4.4. Sposoby żerowania ptaków rybożernych na badanych zbiornikach antropogenicznych

W poszukiwaniu pożywienia perkozy dwuczube i kormorany nurkowały zwykle indywidualnie (47,0% żerowań perkozów; N = 598 i 58,9% żerowań kormoranów; N = 90). Perkoz dwuczuby często żerował w grupach 2-5 ptaków (40,1%; N = 598). Na Zbiorniku Dobczyckim żerowania socjalne perkozów i kormoranów w grupach po kilkanaście lub więcej osobników obserwowano sporadycznie (odpowiednio 6,3%; N = 598 i 3,3%; N = 90) w okresach większych zgrupowań ptaków (okres migracji). Na Zbiorniku Goczałkowickim również stwierdzane były żerowania socjalne kormoranów

http://rcin.org.pl



Ryc. 10. Mediany liczebności czapli siwej *Ardea cinerea* w różnych strefach Zbiornika Goczałkowickiego i Zbiornika Dobczyckiego w latach 2000-2002.
Fig. 10. Median number of Grey Heron *Ardea cinerea* in different parts of the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir in years 2000-2002.



Ryc. 11. Mediany liczebności mewy srebrzystej/białogłowej *Larus argentatus/Larus cachinnans* w różnych strefach Zbiornika Goczałkowickiego i Zbiornika Dobczyckiego w latach 2000-2002.
Fig. 11. Median number of Herring/Caspian Gull *Larus argentatus/Larus cachinnans* in different parts of the Goczałkowice Reservoir and the Dobczyce Reservoir in years 2000-2002.

i perkozów dwuczubych, głównie w okresie jesiennych koncentracji ptaków na przelotach (Jan Król, inf. ustna). Liczebność żerujących kormoranów w grupie wynosiła od kilkudziesięciu do kilkuset osobników (Jan Król, inf. ustna). Na Zbiorniku Dobczyckim stwierdzano także sporadycznie inne sposoby żerowania perkozów dwuczubych jak: pływanie z zanurzoną głową i wypatrywanie ryb przed nurkowaniem oraz zbieranie owadów z liści makrolitów (N = 1879). Raz stwierdzono kleptoparazytyzm kormorana na perkozie dwuczubym (N = 240).

Czaple zwykle polowały indywidualnie (58,4% przypadków, N = 457), chociaż żerowania grupowe nie należały do rzadkości. Grupy 2-5 osobników stanowiły 28% przypadków (N = 457), a powyżej 10 osobników – 7,4% przypadków (N = 457). Najczęstszym sposobem polowania było stanie na brzegu lub na płyciźnie w oczekiwaniu na podpływające ryby. Znacznie rzadziej obserwowano wypatrywanie ryb w trakcie powolnego przemieszczania się. Sporadycznie zaś obserwowano żerowanie czapli stojącej w głębszej wodzie sięgającej do brzucha lub piersi (5 razy), atakowanie ryb z lotu (1 raz), chwytanie ryb pływając (1 raz) i kleptoparazytyzm na mewie białogłowej (1 raz) (N = 1698).

Mewa białogłowa polowała lub zbierała pokarm w czasie lotu, pływając po wodzie (Zbiornik Dobczycki i Goczałkowicki) bądź stojąc na brzegu (łacha na Wiśle w pobliżu żwirowni w Jankowicach). Na Zbiorniku Dobczyckim zwykle żerowała pojedyń-

http://rcin.org.pl

czo (46,7% przypadków, N = 233) lub w małych grupach po 2-5 osobników (33,5% przypadków, N = 233). Obserwowano także kleptoparazytyzm polegający na próbie odbierania pokarmu innym osobnikom własnego gatunku, śmieszce lub rzadziej kormoranowi (2 razy), czapli siwej, czapli nadobnej lub perkozowi dwuczubemu (1 raz) (N = 1192). Na Zbiorniku Goczałkowickim obserwowano kleptoparazytyzm na osobnikach własnego gatunku i na kormoranie (Jan Król, inf. ustna).

4.5. Struktura gatunkowa i wielkość ryb w pokarmie ichtiofagów nurkujących o różnej wielkości w w okresie przelotów jesiennych

Większość ptaków utopiła się w sieciach w głębszych partiach Zbiornika Dobczyckiego: Basenie Dobczyckim (8 z 14 perkozów) i Basenie Myślenickim (4 z 6 kormoranów, 9 z 11 nurów). Badano spektrum pokarmowe trzech gatunków o różnej wielkości (Tab. 1). Stwierdzono, że ciężar kormoranów i nurów był statystycznie większy niż perkozów (odpowiednio: $t = 3,98$; $p<0,001$; $N = 18$ i $t = 3,51$; $p<0,002$; $N = 23$). Stwierdzono, że długość dzioba kormoranów była większa niż nurów i perkozów, podczas gdy długość dzioba nurów i perkozów nie różniła się (Tab. 1).

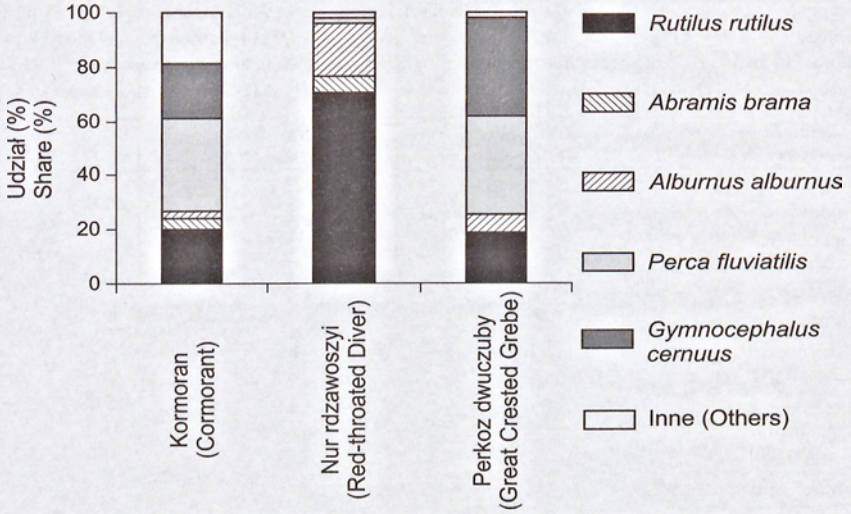
Pokarm kormorana stanowiły wyłącznie ryby. W żołądkach nura stwierdzono ryby i materiał roślinny (m.in. łodygi skrzypu) podczas, gdy w żołądkach perkoza stwierdzono występowanie ryb, owadów (imago muchówek *Diptera*, pluskwiaków *Heteroptera*, błonkoskrzydłych *Hymenoptera*, chrząszczy *Coleoptera* i larwy chruścików *Trichoptera*), mięczaków, fragmentów roślinnych i piór. Wszystkie żołądki perkozów zawierały pióra. W żołądkach kormoranów stwierdzono od 1 do 7 ryb z 9 gatunków (Tab. 2). W strukturze gatunkowej ryb w pokarmie najliczniej występował okoń stanowiąc 30,0% oznaczonych do gatunku ryb (N = 20). Największy udział w pokarmie miał okoń (33,3% pod względem liczebności (Ryc. 12) i 34,3% pod względem biomasy) (N = 6).

Tabela 1. Średnie i zakresy wybranych pomiarów biometrycznych kormoranów *Phalacrocorax carbo*, nurów rdzawoszyich *Gavia stellata* i perkozów dwuczubych *Podiceps cristatus* utopionych w sieciach rybackich na Zbiorniku Dobczyckim.

Table 1. Some biometrical measurements (mean and range) of the Cormorants *Phalacrocorax carbo*, Red-throated Divers *Gavia stellata*, and Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* drowned in gill nets in the Dobczyce Reservoir.

Gatunek Species	N	Długość skrzydła (mm) Wing length (mm)	Długość ogona (mm) Tail length (mm)	Długość dzioba (mm) Bill length (mm)	Długość skoku (mm) Tarsus length (mm)	Ciężar (g) Weight (g)
Kormoran Cormorant	6	345,5 (333-362)	184,3 (173-190)	70,1 (65,3-74,8)	68,6 (65,2-71,8)	2664,5 (2220-3052)
Nur rdzawoszyi Red-throated Diver	11	272,0 (255-291)	57,5 (40-66)	52,0 (49,2-55,0)	75,6 (67,8-90,0)	1897,0 (1570-2215)
Perkoz dwuczuby Great Crested Grebe	12	185,7 (130-208)		52,5 (46,2-58,0)	65,5 (61,2-70,0)	1132,1 (799-1250)

http://rcin.org.pl



Ryc. 12. Struktura gatunkowa ryb w pokarmie trzech gatunków ptaków nurkujących na Zbiorniku Dobczyckim.
Fig. 12. Fish species composition in diet of three diving bird species at the Dobczyce Reservoir.

W pokarmie nura rdzawoszyjego znaleziono 5 gatunków ryb (Tab. 2). W żołądkach stwierdzono od 1 do 18 ryb (łącznie 46 ryb). Płoć była najczęstszą ofiarą i występowała w 8 na 9 żołądków zawierających ryby. Dwa żołądki były puste. Gatunek ten stanowił 56,1% wszystkich zjedzonych i oznaczonych do gatunku ryb (N = 41). Udział płoci w pokarmie wynosił 70,7% w liczebności (Ryc. 12) i 72,0% w biomasie (N = 9). W pokarmie perkoza dwuczubego także stwierdzono występowanie 5 gatunków ryb (Tab. 2). W żołądkach stwierdzono występowanie od 4 do 19 ryb (łącznie 73 ryby). Najczęściej występował jazgarz, stwierdzony w 8 na 11 zbadanych żołądków zawierających ryby. Trzy perkozy miały puste przewody pokarmowe. Pod względem ogólnej liczebności ryb najliczniejsze były jazgarz (39,7%) i okoń (28,8%) (N = 73). W pokarmie największy udział miały jazgarz (36,1% liczebności, 39,5% biomasy) i okoń (36,1% liczebności, 33,5% biomasy). Udział płoci wynosił tylko 19,0% w liczebności (Ryc. 12) i 19,9% w biomasie (N = 11). Także po odrzuceniu ryb znalezionych w żołądku perkoza pozyskanego w czerwcu największy udział w strukturze gatunkowej ryb w pokarmie pod względem liczebności miały jazgarz i okoń (odpowiednio: 39,6% i 35,8%; N = 53).

Struktura pokarmu nura rdzawoszyjego różniła się od struktury pokarmu perkoza dwuczubego (χ^2 = 24,204; p<0,001; df = 2) i kormorana (χ^2 = 11,770; p<0,01; df = 2). Nie znaleziono natomiast różnicy pomiędzy strukturą pokarmu perkoza dwuczubego i kormorana (χ^2 = 0,995). Wskaźnik podobieństwa pokarmu kormorana i perkoza dwuczubego (S = 0,71) był wyższy niż kormorana i nura oraz nura i perkoza (odpowiednio S = 0,53 i S = 0,55).

Długość całkowita ryb w pokarmie kormorana mieściła się w zakresie 3,7-19,7 cm (N = 18), nura 4,7-19,5 cm (N = 33), perkoza 3,0-17,4 cm (N = 68). Mediana długości ryb w pokarmie tych gatunków wynosiła odpowiednio: 12,9 cm (N = 18), 11,2 cm (N = 33)

http://rcin.org.pl

Tabela 2. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w żołądkach kormoranów *Phalacrocorax carbo* (N=6), nurów rdzawoszyich *Gavia stellata* (N=11) i perkozów dwuczubych *Podiceps cristatus* (N=14) na Zbiorniku Dobczyckim.
Table 2. Number of particular fish species in the stomach of Cormorants *Phalacrocorax carbo* (N=6), Red-throated Divers *Gavia stellata* (N=11) and Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* (N=14) at the Dobczyce Reservoir.

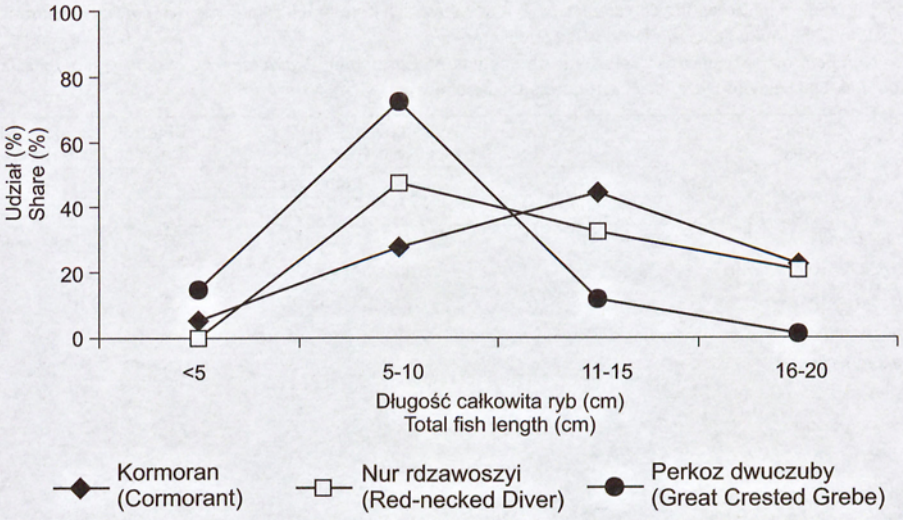
Gatunek Species	Kormoran Cormorant	Nur rdzawoszyi Red-throated Diver	Perkoz dwuczuby Great Crested Grebe
Rutilus rutilus	5	23	15
Abramis brama	1	6	
Hybryd płoci i leszcza Hybrid of roach and bream		2	
Abramis bjoerkna	1		
Leuciscus cephalus	2		1
Alburnus alburnus	1	8	4
Scardinius erythrophthalmus	1		
Karpiowate nieoznaczone Cyprinids nonidentified	1	4	3
Perca fluviatilis	6	1	21
Gymnocephalus cernuus	2		29
Stizostedion lucioperca		1	
Okoniowate nieoznaczone Percids nonidentified		1	
Esox lucius	1		
Razem Total	21	46	73

i 7,4 cm (N = 68). Ryby zjadane przez nura i kormorana były statystycznie większe niż ryby zjadane przez perkoza (odpowiednio Z = 3,012, p<0,01, N = 101; Z = 3,758, p<0.001, N = 86) (Ryc. 13). Ciężar zjedzonych ryb mieścił się w zakresie 25-162 g dla kormorana (N = 6), 23-193 g dla nura rdzawoszyjego (N = 9), 20-101 g dla perkoza dwuczubego (N = 11).

4.6. Skład pokarmu ichtiofaga nurkującego i polującego w locie w tym samym środowisku w okresie przelotów jesiennych

W żołądkach kormoranów odstrzelonych na Zbiorniku Goczałkowickim znaleziono szczątki 46 ryb z 4 gatunków (karp, płoć, okoń i jazgarz), a w żołądkach mew białogłowych (osobniki w 1 i 2 roku życia) stwierdzono szczątki 16 ryb z 2 gatunków (karp i płoć), chrząszcze z rodziny biegaczowatych *Carabidae* (2 os.) oraz mysz (prawdopodobnie mysz polna *Apodemus agrarius* (Pallas)). Najliczniej występującym gatunkiem w pokarmie zarówno kormorana jak i mewy białogłowej w okresie jesiennym był karp, stanowiąc odpowiednio 69,6% i 93,8% wszystkich ryb. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w wielkości ryb zjadanych przez kormorany i mewy białogłowe (Z = 2,816; p<0,01; N = 59). Mediana długości całkowitej ryb zjedzonych przez kormorany wynosiła 12,9 cm (zakres: 4,7-29,6 cm; N = 44), a ryb zjedzonych przez mewy wynosiła 17,7 cm (zakres: 12,8-28,2 cm; N = 15). Nie stwierdzono statystycznej różnicy w wielkości zjadanych karpi pomiędzy kormoranem a mewą białogłową (Z = 1,695;

http://rcin.org.pl



Ryc. 13. Rozkład długości całkowitej ryb w pokarmie trzech gatunków nurkujących ptaków rybożernych na Zbiorniku Dobczyckim.
Fig. 13. Size distribution of fish in diet of three species of diving fish-eating birds at the Dobczyce Reservoir.

N = 46). Mediana długości całkowitej karpi w żołądkach kormoranów wynosiła 15,1 cm (kwartyl 1 = 12,5 cm; kwartyl 3 = 19,2 cm; N = 32), a mewy białogłowej – 18,0 cm (kwartyl 1 = 16,6 cm; kwartyl 3 = 18,9 cm; N = 14).

4.7. Skład pokarmu ichtiofagów o różnych sposobach polowania

4.7.1. Skład pokarmu ichtiofaga nurkującego (kormoran) gnieżdżącego się w pobliżu stawów rybnych i w terenie bez stawów

Wypluwki kormoranów na Zbiorniku Goczałkowickim zebrane w 2000 r. i 2001 r. zawierały od 1 do 7 ryb przy medianie równej 2,5 (kwartyl 1 = 1,2; kwartyl 3 = 3,0; N = 25). W 2005 r. wypluwki zawierały od 1 do 35 ryb, a mediana wynosiła 3,0 (kwartyl 1 = 2,0; kwartyl 3 = 4,0; N = 36).

W pokarmie kormoranów nad Zbiornikiem Goczałkowickim zidentyfikowano łącznie 11 gatunków ryb (Tab. 3). W 2000 r. i 2001 r. w skład pokarmu wchodziło po 4 gatunki ryb, z dominacją karpia. Gatunek ten stanowił 70,7% ryb zidentyfikowanych w 2000 r. (N = 41) i 65,5% w 2001 r. (N = 55) (Tab. 3). W 2005 r. wypluwki zawierały szczątki 9 gatunków ryb (Tab. 3). Karp występował w 82,5% wypluwek (N = 36). W strukturze ryb w 2005 r. pod względem liczebności najliczniej reprezentowany był karp (56,9%, N = 151), przed okoniem (18,5%, N = 151), a pod względem biomasy zdecydowanie karp (74,7%, N = 6,92 kg) (Tab. 3). Udział karpia w pokarmie wynosił 70,0% (N = 36) (Ryc. 14).

Długość całkowita zjedzonych ryb na Zbiorniku Goczałkowickim wynosiła od 3,1 do 40,6 cm. Największą stwierdzoną rybą w pokarmie był sandacz. Mediany długości całkowitej zjedzonych ryb w poszczególnych latach badań wynosiły 17,1 cm (N = 33),

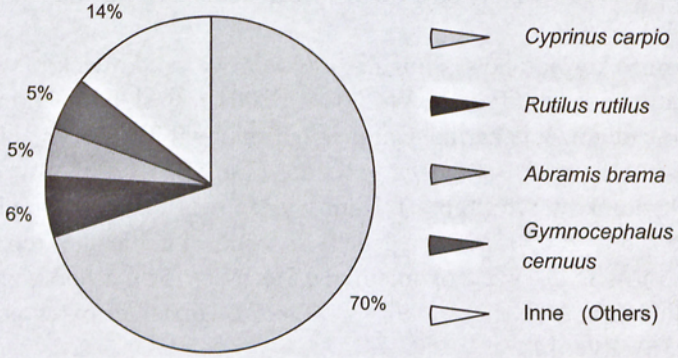
http://rcin.org.pl

Tabela 3. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w wypluwkach kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dzierżno Duże w okresie lęgowym.
Table 3. Numbers of particular fish species in the pellets of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Goczałkowice Reservoir and the Dzierżno Duże Reservoir during the breeding period.

Gatunki Species	Zbiornik Goczałkowicki Goczałkowice Reservoir			Zbiornik Dzierżno Duże Dzierżno Duże Reservoir
	Lata Years			
	2000	2001	2005	2003
Cyprinus carpio	29	36	86	17
Carassius carassius/auratus			5	11
Rutilus rutilus		14	8	120
Abramis brama	2		3	2
Abramis bjoerkna			3	4
Leuciscus cephalus			1	1
Alburnus alburnus				2
Ctenopharygodon idella		4		
Perca fluviatilis	4		28	107
Gymnocephalus cernuus	6		14	34
Stizostedion lucioperca		1		2
Esox lucius			3	
Razem Total	41	55	151	300

21,2 cm (N = 52) i 12,6 cm (N = 148) (Tab. 4). Zakres długości całkowitej ryb w pokarmie kormoranów w 2005 r. wynosił 3,1-29,1 cm, a ryby powyżej 20 cm stanowiły zaledwie 4,1% zjedzonych ryb (Ryc. 15). Stwierdzono, że płocie w pokarmie kormoranów były większe niż okonie (Z = 3,823; p<0,001; N = 36). Mediana ciężarów ryb w wypluwkach wynosiła w 2005 r. 151,9 g (zakres: 26,5-468,5 g; N = 148).

Wypluwki kormoranów zebrane na Zbiorniku Dzierżno Duże w 2003 r. zawierały od 0 do 26 ryb, z medianą wynoszącą 4,0 (kwartyl 1 = 2,0; kwartyl 3 = 6,0; N = 60). Wypluwka nie zawierająca szczątków była tylko jedna. W pokarmie stwierdzono wy-



Ryc. 14. Udział poszczególnych gatunków ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Goczałkowickim w okresie lęgowym w 2005 r.
Fig. 14. Fish species composition in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Goczałkowice Reservoir in the 2005 breeding period.

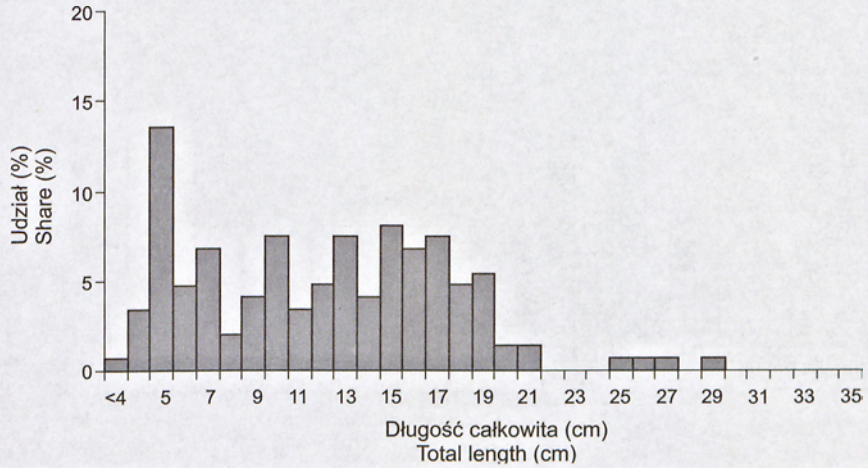
http://rcin.org.pl

Tabela 4. Długość całkowita ryb (zakres, mediana i kwartyle) w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dzierżno-Duże.
Table 4. Total fish length (range, median, quartiles) in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Goczałkowice Reservoir and the Dzierżno Duże Reservoir.

Stanowisko Site	Okres Period	Zakres długości ryb (cm) Fish total length range (cm)	Mediana długości ryb (cm) Median fish total length (cm)	Kwartyl 1 Quartile 1	Kwartyl 3 Quartile 3	N
Zbiornik Goczałkowicki Goczałkowice Reservoir	VI 2000	6,9-26,3	17,1	11,4	17,4	33
	VI 2001	14,5-40,6	21,2	19,1	25,0	52
	V 2005	3,1-29,1	12,6	7,0	16,6	148
Zbiornik Dzierżno Duże Dzierżno Duże Reservoir	III 2003	7,4-24,6	14,6	10,8	18,2	57
	V 2003	3,5-35,2	12,4	9,6	15,4	295

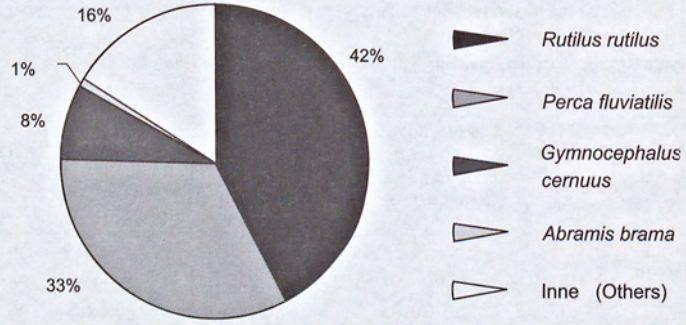
stępowanie 10 gatunków ryb (Tab. 3). Najczęstszymi gatunkami były płoć i okoń, które stwierdzono odpowiednio w 70,0% i 56,7% wypluwek. Jazgarz występował tylko w 26,7% wypluwek. W strukturze gatunkowej ryb, pod względem liczebności dominowała płoć (40,0%, N = 300) przed okoniem (35,7%, N = 300) (Tab. 3). Pod względem biomasy dominowała płoć (56,0%) przed okoniem (24,3%) (N = 11,88 kg). Udział płoci w pokarmie pod względem liczebności wynosił 41,6% (N = 60) (Ryc. 16).

Długość całkowita zjedzonych ryb mieściła się w przedziale od 3,5 do 35,2 cm, a mediana równa była 12,4 cm (N = 295) (Tab. 4). Największą stwierdzoną rybą była płoć. Ryby w pokarmie najczęściej miały długość w zakresie od 10 do 15 cm (38% wszystkich zjedzonych ryb). Ryby powyżej 20 cm długości całkowitej stanowiły w pokarmie tylko 7,8% (Ryc. 17). Stwierdzono, że zjedzone płocie były większe niż okonie ($Z = 4,280$; $p<0,001$; $N = 227$).



Ryc. 15. Rozkład długości ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Goczałkowickim w okresie lęgowym 2005 r. (N=148).
Fig. 15. Size frequency distribution of fish (N=148) in food of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Goczałkowice Reservoir in the 2005 breeding period.

http://rcin.org.pl

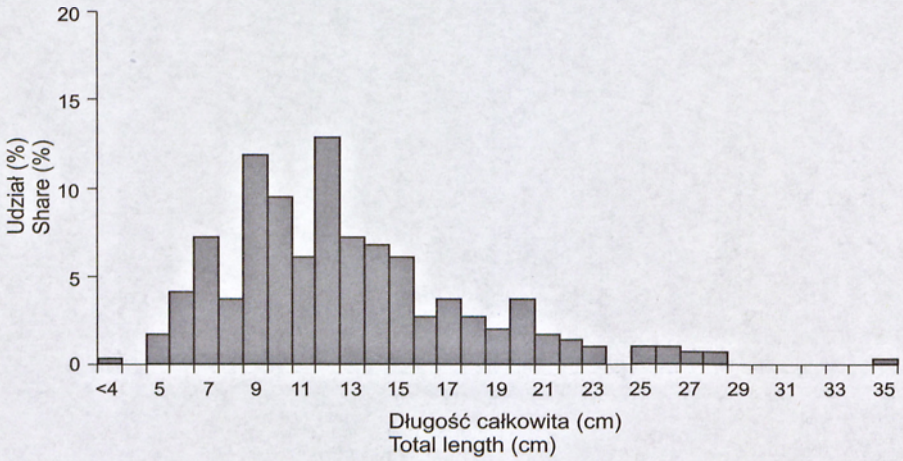


Ryc. 16. Udział poszczególnych gatunków ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dzierżno Duże w okresie lęgowym w 2003 r.
Fig. 16. Fish species composition in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dzierżno Duże Reservoir in the 2003 breeding period.

Porównując strukturę gatunkową ryb (udział karpia i płoci) w wypluwkach kormoranów z kolonii lęgowych na Zbiorniku Goczałkowickim w 2005 r. i Zbiorniku Dzierżno Duże w 2003 r. stwierdzono istotne różnice w (χ^2 = 163,967; p<0,001; df = 2). Długość całkowita zjadanych ryb nie różniła się pomiędzy zbiornikami (Z = 0,906; N = 443).

4.7.2. Skład pokarmu ichtiofaga polującego w locie (mewa białogłowa) gnieżdżącego się w pobliżu stawów rybnych i w terenie bez stawów

Na pokarm mew białogłowych w kolonii lęgowej w Jankowicach składały się przede wszystkim ryby oraz drobne ssaki, ptaki, płazy, owady, skąposzczety, rośliny (w tym nasiona) i odpadki. Wśród ssaków stwierdzono polnika *Microtus arvalis* (Pallas), karczownika ziemnowodnego *Arvicolla terrestris* (L.), szczura *Rattus* sp., kreta *Talpa europea* L.



Ryc. 17. Rozkład długości ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dzierżno Duże w okresie lęgowym w 2003 r. (N=295).
Fig. 17. Size frequency distribution of fish (N=295) in food of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dzierżno Duże Reservoir in the 2003 breeding period.

http://rcin.org.pl

i kota domowego *Felis catus*. W pokarmie stwierdzono występowanie następujących ptaków: piskląt śmieszek i mew białogłowych, kokoszkę wodną *Gallinula chloropus* (L.), podlota wróbla *Passer* sp. oraz dorosłe osobniki świergotka drzewnego *Anthus trivialis* (L.), drozda śpiewaka *Turdus philomelos* C.L. Brehm i pokląskwy *Saxicola rubetra* (L.).

Ryby były najczęstszym rodzajem pokarmu mew białogłowych. Obecność ich stwierdzono w 97,1% wypluwek w 2003 r. (N = 34) i 93,6% w 2004 r. (N = 78). Ssaki, ptaki i rośliny stwierdzono tylko w 1,3-2,9% wypluwek. Odpadki były stwierdzone tylko w 2004 r. i stanowiły 7,7% wypluwek (N = 78). Mediana liczby ryb w wypluwkach wynosiła 1,0 (kwartyl 1 = 1,0; kwartyl 3 = 1,0; N = 33) w 2003 r. i 1,5 (kwartyl 1 = 1,0; kwartyl 3 = 2,0; N = 73) w 2004 r.

Liczba wszystkich stwierdzonych gatunków ryb w pokarmie mew wynosiła 15. Wśród ryb przynoszonych do gniazda stwierdzono 9 gatunków w 2003 r. i po 11 gatunków w 2001 r. i 2004 r. (Tab. 5). Pod względem liczebności największy udział miała płoć (61,4%) w 2001 r. (N = 83), a karp w 2003 r. i 2004 r. (odpowiednio: 36,7%; N = 30 i 38,8%; N = 90). Udział gatunków reofilnych był stosunkowo wysoki i wynosił 12,0% w 2001 r. (N = 83), 30,0% w 2003 r. (N = 30) i 7,8% w 2004 r. (N = 90) (Tab. 5). Pod względem biomasy największy udział miały w 2004 r. płoć (33,7%) i szczupak (22,7%) (N = 4,18 kg). W 2003 r. stwierdzono bardzo wysoki udział świnki w strukturze przynoszonych do gniazda ryb pod względem biomasy (37,2%, N = 11,51 kg).

Tabela 5. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w pokarmie przynoszonym do gniazd mewy białogłowej *Larus cachinnans* na żwirowni w Jankowicach i na Zbiorniku Mietkowskim w okresie lęgowym.
Table 5. Numbers of particular fish species in the food bringing to nests of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the gravel pit in Jankowice and the Mietków Reservoir during the breeding period.

Gatunki Species	Żwirownia w Jankowicach Gravel pit in Jankowice			Zbiornik Mietkowski Mietków Reservoir
	Lata Years			
	2001	2003	2004	2005
Cyprinus carpio	10	11	35	
Carassius auratus	2	3	9	
Rutilus rutilus	51	3	15	8
Abramis brama	2		2	1
Abramis bjoerkna			1	1
**Leuciscus cephalus*	8	6	6	
Alburnus alburnus	1	1		
**Chondrostoma nasus*		2	1	
**Barbus petenyi*	2	1		
Scardinius erythrophthalmus	1			
Tinca tinca			1	
Perca fluviatilis	2	2	16	7
Gymnocephalus cernuus	3			
Esox lucius	1	1	3	
Ictalurus nebulosus			1	
Razem Total	83	30	90	17

* - gatunki reofilne.
* - rheophilic fish species.

http://rcin.org.pl

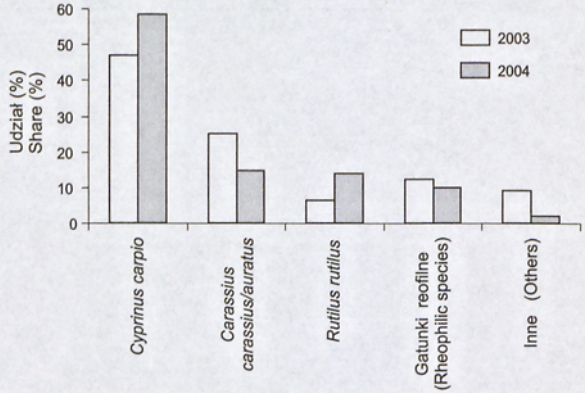
Tabela 6. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w wypluwkach mewy białogłowej *Larus cachinnans* na żwirowni w Jankowicach i na Zbiorniku Mietkowskim w okresie lęgowym.
Table 6. Numbers of particular fish species in the pellets of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the gravel pit in Jankowice and the Mietków Reservoir during the breeding period.

Gatunek Species	Żwirownia w Jankowicach Gravel pit in Jankowice		Zbiornik Mietkowski Mietków Reservoir
	Lata Years		
	2003	2004	2005
Cyprinus carpio	17	68	15
Carassius carassius/auratus	9	15	3
Rutilus rutilus	4	14	14
Abramis brama	1		
Abramis bjoerkna	1	1	
**Leuciscus cephalus*	1	12	
**Chondrostoma nasus*	5	2	
**Vimba vimba*			1
Perca fluviatilis	1		
Gymnocephalus cernuus		1	
Razem Total	39	113	33

* - gatunki reofilne.
* - rheophilic fish species.

Obecność karpia stwierdzono w 50,0% wypluwek w 2003 r. (N = 34) i 59,0% wypluwek w 2004 r. (N = 78). W strukturze gatunkowej ryb pod względem liczebności dominował w wypluwkach karp, stanowiąc 43,6% zjedzonych ryb (N = 39) w 2003 r. i 60,2% ryb w 2004 r. (N = 113) (Tab. 6). Pod względem biomasy było to odpowiednio 37,8% (N = 11,51 kg) w 2003 r. i 56,0% (N = 9,41 kg) w 2004 r. Karp miał także największy udział w pokarmie stanowiąc 46,9% w 2003 r. i 58,5% w 2004 r. Udział gatunków reofilnych w pokarmie wynosił 13% w 2003 r. i 10% w 2004 r. (Ryc. 18).

Mewy białogłowe chwytały ryby o długości całkowitej w zakresie 8,0-47,0 cm. Największą rybą była świnka. Mediana długości całkowitej ryb zjadanych przez mewy



Ryc. 18. Udział poszczególnych gatunków ryb w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na żwirowni w Jankowicach w okresie lęgowym w latach 2003-2004.
Fig. 18. Proportion of different fish species in the diet of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the gravel pit in Jankowice in the breeding period in years 2003-2004.

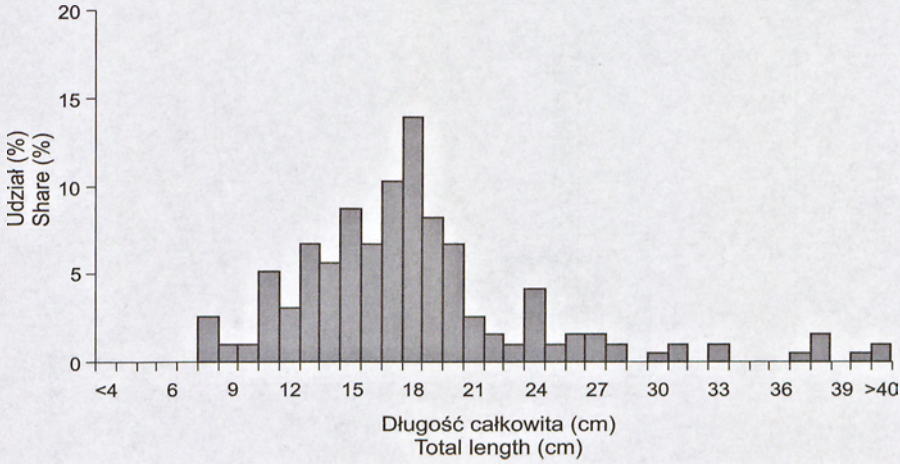
http://rcin.org.pl

Tabela 7. Długość całkowita ryb (zakres, mediana i kwartyle) w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na żwirowni w Jankowicach i zbiorniku Mietkowskim w poszczególnych latach.
Table 7. Total fish length (range, median, quartiles) in the diet of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the gravel pit in Jankowice and the Mietków Reservoir in the following years.

Stanowisko Site	Okres Period	Zakres długości ryb (cm) Fish total length range (cm)	Mediana długości ryb (cm) Median fish total length	Kwartyl 1 Quartile 1	Kwartyl 3 Quartile 3	N
Żwirownia w Jankowicach Gravel pit in Jankowice	V 2001	9,0-30,0	19,3	16,0	22,4	73
	V 2003	10,5-47,0	18,0	15,4	20,6	74
	V 2004	8,0-38,0	17,5	14,5	20,1	121
Zb. Mietkowski Mietków Reservoir	V 2005	6,5-38,8	14,2	12,2	19,2	46

w 2001 r., 2003 r. i 2004 r. była podobna i wynosiła 17,5-19,3 cm (Tab. 7). Ryby powyżej 20 cm długości całkowitej stanowiły 20,5% wszystkich ryb zjedzonych lub przyniesionych do gniazda (Ryc. 19).

W skład pokarmu mew w kolonii lęgowej na Zbiorniku Mietkowskim wchodziły przede wszystkim ryby oraz drobne ssaki (karczownik ziemnowodny, norniki *Microtidae*), skąposzczety (dżdżownice *Lumbricidae*) oraz odpadki. Stwierdzono 4 gatunki ryb przynoszonych do gniazd w kolonii lęgowej mew białogłowych na Zbiorniku Mietkowskim (Tab. 5). Najliczniejsze były płoć (47,1% wszystkich ryb) i okoń (41,2% wszystkich ryb) (N = 17), a pod względem biomasy dominował okoń, którego udział wynosił 73,2% (N = 1,32 kg). W wypluwkach stwierdzono występowanie norników (4 os.) oraz 4 gatunków ryb. Na uwagę zasługuje obecność certy *Vimba vimb*a (L.) – gatunku stosunkowo rzadkiego na południu Polski. Ryby stwierdzono we wszystkich badanych wypluwkach (N = 16), a norniki znaleziono w 3 z nich. Mediana udziału ryb w wypluwkach wynosi-

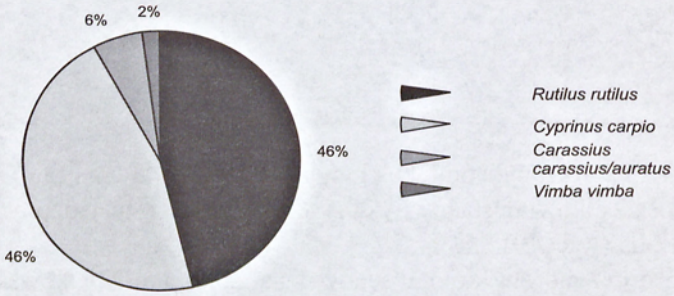


Ryc. 19. Rozkład długości ryb w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na żwirowni w Jankowicach w okresie lęgowym w latach 2003-2004 (N=195).
Fig. 19. Size frequency distribution of fish (N=195) in food of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the gravel pit in Jankowice in the breeding period in years 2003-2004.

http://rcin.org.pl

ła 2 (kwartyl 1 = 1,0; kwartyl 3 = 2,0; N = 16). Najczęściej występującymi gatunkami w wypluwkach były karp (45,4% wszystkich ryb) i płoć (42,4% wszystkich ryb) (N = 33) (Tab. 6). Stwierdzono wysoki udział karpia i płoci w pokarmie (po 46%) (N = 16) (Ryc. 20).

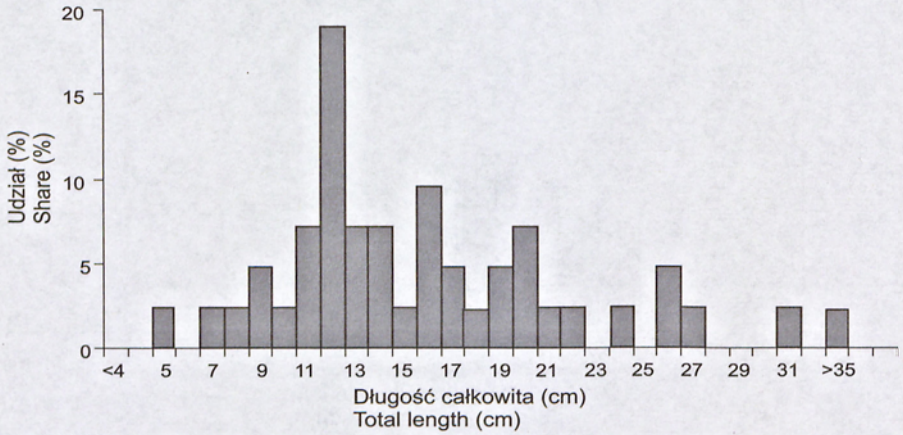
Zakres długości ryb w pokarmie mew białogłowych na Zbiorniku Mietkowskim wynosił 6,5-38,8 cm. Największą stwierdzoną rybą była certa. Mediana długości całkowitej ryb w pokarmie wynosiła 14,2 cm (kwartyl 1 = 12,2 cm; kwartyl 3 = 19,2 cm;



Ryc. 20. Udział poszczególnych gatunków ryb w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na Zbiorniku Mietkowskim w okresie lęgowym w 2005 r.
Fig. 20. Fish species composition in the diet of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the Mietków Reservoir in the 2005 breeding period.

N = 46) (Tab. 7). Ryby powyżej 20 cm długości całkowitej stanowiły 17,4% wszystkich ryb zjedzonych lub przyniesionych do gniazda (Ryc. 21). Mediana ciężaru ryb w wypluwkach wynosiła 93,9 g (zakres: 18,6-757,2 g, N = 16).

Struktura gatunkowa ryb w wypluwkach mew na Zbiorniku Mietkowskim w 2005 r. i żwirowni w Jankowicach w 2003 r. i 2004 r. różniła się (odpowiednio: $\chi^2 = 14{,}188$;



Ryc. 21. Rozkład długości ryb w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na Zbiorniku Mietkowskim w okresie lęgowym w 2005 r. (N=46).
Fig. 21. Size frequency distribution of fish (N = 46) in food of Caspian Gull *Larus cachinnans* at the Mietków Reservoir in the 2005 breeding period.

http://rcin.org.pl

$p<0,001$; df = 2 i 15,486; $p<0,001$; df = 2). Różniła się także wielkość zjadanych ryb (odpowiednio: Z = 3,400; $p<0,001$; N = 146 i Z = 3,769; $p<0,001$; N = 99).

4.7.3. Skład pokarmu ichtiofaga brodzącego (czapla siwa) gnieżdżącego się na zbiorniku zaporowym

W wypluwkach znajdowanych głównie w kwietniu i maju na Zbiorniku Dobczyckim stwierdzano przede wszystkim sierść ssaków. Występowała ona we wszystkich wypluwkach zebranych w okresie inkubacji jaj i po wykluciu piskląt (N = 40). Elementy szkieletowe ssaków znaleziono tylko w ok. 20% wypluwek. Odnotowano szczątki drobnych ssaków (polnik, nornik bury *Microtus agrestis* (L.), mysz polna). Innym elementem wypluwek były chitynowe pancerzyki owadów. Owady występowały w ponad 60% zebranych wypluwek (N = 40). Wśród owadów najliczniejsze były chrząszcze z rodzin biegaczowatych *Carabidae* i ryjkowców *Curculionidae*. Szczątki ryb były stwierdzane sporadycznie. Wyjątkowo stwierdzano szczątki płazów (*Rana* sp.).

W okresie karmienia piskląt pod gniazdami znajdowano prawie wyłącznie ryby z wykształtuszeń. W pokarmie czapli stwierdzono występowanie ryb z 19 gatunków. Liczba

Tabela 8. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w wykształtuszeniach czapli siwej *Ardea cinerea* na Zbiorniku Dobczyckim.
Table 8. Numbers of particular fish species in the regurgitations of Grey Heron *Ardea cinerea* at the Dobczyce Reservoir.

Gatunki Species	Lata Years				
	2001	2002	2003	2004	2005
Cyprinus carpio	1	2	4		
Carassius auratus	1	2	2	1	2
Carassius carassius	2	1			
Rutilus rutilus	2	36	13	3	2
Abramis brama	1	3	6	7	2
Abramis bjoerkna		1	1	9	2
**Leuciscus cephalus*	15	8	5	1	
Alburnus alburnus	6	1		1	1
Scardinius erythrophthalmus	9		1		1
**Barbus barbus*	2		1		
**Barbus petenyi*	2	4	2	2	
**Phoxinus phoxinus*			1		1
**Gobio gobio*		1			
Barbatula barbatula					1
Perca fluviatilis	6	15	1	3	
Gymnocephalus cernuus		1	2		15
Stizostedion lucioperca	2	19		1	
Esox lucius	2				
**Salmo trutta* morpho *fario*			1		
Razem Total	51	94	40	28	27

* - gatunki reofilne.
* - rheophilic fish species.

http://rcin.org.pl

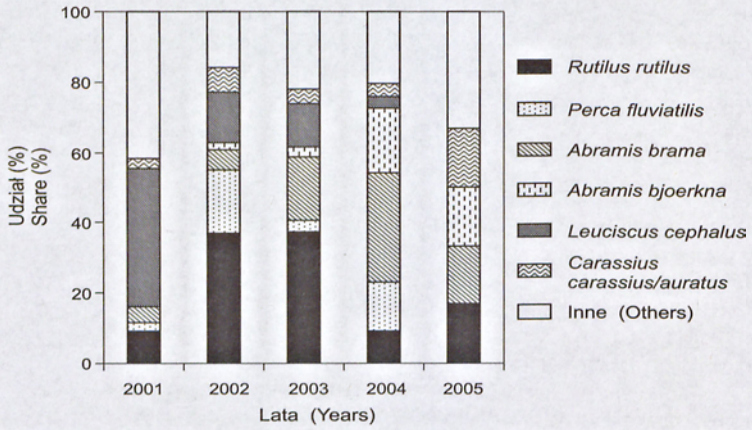
stwierdzonych gatunków wahała się od 9 do 13 (Tab. 8). Skład gatunkowy znalezionych ryb był różny w poszczególnych latach. Najliczniejszymi gatunkami były: płoć w 2002 r. i 2003 r. (odpowiednio: 38,3%; N = 94 i 32,5%; N = 40), kleń (29,4%; N = 51) w 2001 r., krąp (32,1%; N = 28) i leszcz (25,0%, N = 28) w 2004 r. oraz jazgarz (55,6%; N = 27) w 2005 r. (Tab. 8). Po uwzględnieniu proporcji poszczególnych gatunków ryb dla danego gniazda i obliczeniu średniego udziału tych gatunków w pokarmie czapli, udział ten różnił się znacznie w kolejnych latach. W 2001 r. największy udział miał kleń (43,0%; N = 20), w 2002 i 2003 r. płoć (odpowiednio 37,0%; N = 45 i 37,4%; N = 33), w 2004 r. leszcz i krąp (łącznie 49,4%; N = 15), a w 2005 r. płoć, leszcz i krąp (łącznie 50,0%, N = 12) (Ryc. 22).

Zakres długości znalezionych pod gniazdami ryb wynosił od 4,2 do 33,2 cm (Tab. 9). Mediana długości całkowitej schwytanych ryb wynosiła ok. 7 cm w 2002 r. i 2005 r., a w pozostałych latach mediany te wynosiły powyżej 13 cm (Tab. 9). Ryby powyżej 20 cm długości całkowitej stanowiły w okresie badań 18,6% wszystkich ryb (Ryc. 23).

4.8. Sezonowe różnice w składzie pokarmu ptaków rybożernych

4.8.1. Różnice w składzie pokarmu mew białogłowych w różnych stadiach okresu lęgowego

Ryby były najczęstszym rodzajem pokarmu mew białogłowych zarówno w okresie składania/inkubacji jaj, jak i w okresie wychowu piskląt. Porównując udział ryb w pokarmie mew na podstawie ryb znalezionych przy gniazdach w 2004 r. stwierdzono, że udział ryb w okresie składania/inkubacji jaj wynosił 71,4% (N = 21), a w okresie karmienia piskląt aż 90,9% (N = 22). Odpadki stwierdzono tylko przy gniazdach w okresie składania/inkubacji jaj zaś w okresie karmienia piskląt nie znaleziono ich w ogóle. Pozostały pokarm stanowiły małe ptaki i ssaki (odpowiednio 4,8% i 9,1%).



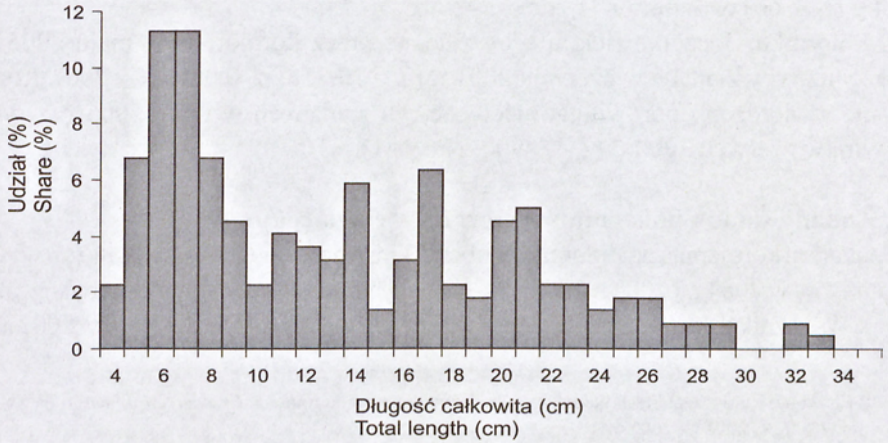
Ryc. 22. Udział poszczególnych gatunków ryb w pokarmie czapli siwej *Ardea cinerea* na Zbiorniku Dobczyckim w okresie lęgowym w latach 2001-2005.

Fig. 22. Fish species composition in the diet of Grey Heron *Ardea cinerea* at the Dobczyce Reservoir in the breeding period in years 2001-2005.

http://rcin.org.pl

Tabela 9. Długość całkowita ryb (zakres, mediana i kwartyle) w wykrztuszeniach czapli siwej *Ardea cinerea* na Zbiorniku Dobczyckim w latach 2001-2005.
Table 9. Total fish length (range, median, quartiles) in the regurgitations of Grey Heron *Ardea cinerea* at the Dobczyce Reservoir in years 2001-2005.

Lata Years	Zakres długości ryb (cm) Fish total length range (cm)	Mediana długości ryb (cm) Median fish total length (cm)	Kwartyl 1 Quartile 1	Kwartyl 3 Quartile 3	N
2001	8,0-33,2	15,8	13,0	19,0	46
2002	4,2-26,5	7,5	6,2	12,0	92
2003	4,4-27,8	13,7	9,4	21,7	40
2004	7,5-32,5	18,5	14,0	23.7	23
2005	6,0-29,3	7,2	6,8	17,5	18



Rys. 23. Rozkład długości ryb w pokarmie czapli siwej *Ardea cinerea* na Zbiorniku Dobczyckim w okresie lęgowym w latach 2001-2005 (N=219).
Fig. 23. Size frequency distribution of fish (N=219) in food of Grey Heron *Ardea cinerea* at the Dobczyce Reservoir in the breeding period in 2001-2005.

Nie stwierdzono różnic w składzie gatunkowym ryb w pokarmie mew białogłowych oraz w ich wielkościach pomiędzy okresem składania/inkubacji jaj, a okresem karmienia piskląt. Największy udział w obydwu okresach miał karp w 2003 r. i 2004 r. (odpowiednio 38,5%; N = 39 i 40,4%, N = 48).

4.8.2. Różnice w składzie pokarmu kormoranów w okresie przedlęgowym i lęgowym

Analiza wypluwek zebranych na Zbiorniku Dzierżno Duże wykazała, że mediana liczby ryb w wypluwce w marcu wynosiła 2,0 (kwartyl 1 = 2,0; kwartyl 3 = 3,0; N = 21) i była mniejsza niż w maju, kiedy wynosiła 4,0 (kwartyl 1 = 2,0; kwartyl 3 = 6,0; N = 60). W marcu stwierdzono w pokarmie tylko 4 gatunki ryb, a w maju było ich 10. Najczęstszymi gatunkami były płoć i okoń, które stwierdzono odpowiednio w 61,9% i 57,1% wypluwek w marcu oraz 70,0% i 56,7% w maju. Nie stwierdzono różnic statystycznych w udziale najliczniejszych ryb w pokarmie kormoranów na Zbiorniku Dzierżno Duże pomiędzy

http://rcin.org.pl

dwoma wymienionymi terminami. Wskaźnik różnorodności Shannona (H') był wyższy w okresie karmienia piskląt. W marcu wskaźnik ten wynosił 1,375, a w maju 2,160.

Zakres długości całkowitej ryb w pokarmie kormorana wynosił w marcu od 7,4 do 24,6 cm, a długość ryb zjedzonych w maju mieściła się w przedziale od 3,5 do 35,2 cm. Mediana długości całkowitej ryb wynosiła w marcu 14,6 cm (N = 57), a w maju równa była 12,4 cm (N = 295) (Tab. 4). Najczęściej ryby w pokarmie miały długość w zakresie od 10,1 do 15 cm. Stanowiły one 38% wszystkich zjedzonych ryb. Nie stwierdzono różnicy w wielkościach zjadanych ryb w marcu i w maju.

Ciężar ryb w wypluwkach wahał się od 4,4 do 314,5 g w marcu i od 34,4 do 928,2 g w maju. Mediany ciężaru ryb w wypluwkach wynosiły 110,5 g (N = 27) w marcu i 185,4 g (N = 60) w maju.

Na Zbiorniku Goczałkowickim ryby zjadane przez kormorana w maju 2005 były mniejsze niż ryby zjadane w czerwcu 2001 r. ($Z = 10{,}718$; $p<0{,}001$; N = 200). Różnicy takiej nie stwierdzono porównując wielkość ryb zjadanych w maju 2005 r. z rybami zjadanymi w czerwcu 2000 r. ($Z = 0{,}900$; N = 181).

4.8.3. Zmiany składu pokarmu kormorana w ciągu roku

Skład pokarmu kormorana na Zbiorniku Dobczyckim składał się z 12 gatunków ryb w 2002 r. i 10 gatunków w 2004 r. i 2005 r. (Tab. 10). Jesienią różnorodność gatunkowa była wyraźnie większa. Wskaźnik różnorodności Shannona (H') w listopadzie wynosił 2,440 w 2002 r. (naj-

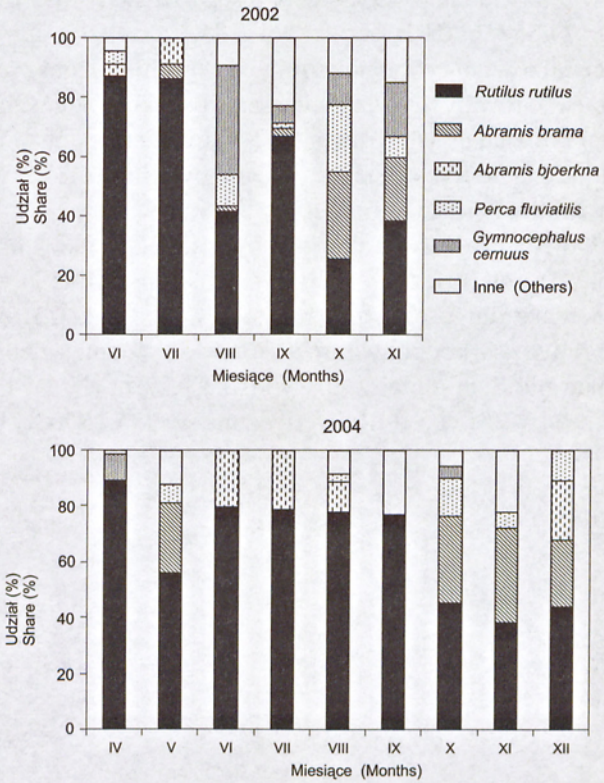
Tabela 10. Liczebność poszczególnych gatunków ryb w wypluwkach kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r., 2004 r. i 2005 r.
Table 10. Number of particular fish species in the pellets of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in 2001, in 2004, and in 2005.

Gatunki Species	Lata Years		
	2002	2004	2005
Cyprinus carpio	16	46	3
Carassius carassius/auratus		3	
Rutilus rutilus	130	97	42
Abramis brama	20	9	4
Abramis bjoerkna	3		9
Leuciscus cephalus	8	10	1
Alburnus alburnus	2		
Scardinius erythrophthalmus	1	1	
Leuciscus leuciscus	1		1
Phoxinus phoxinus	1		
Karpiowate nieoznaczone Cyprinids nonidentified	9	31	14
Perca fluviatilis	34	28	12
Gymnocephalus cernuus	50	6	4
Stizostedion lucioperca	6	7	2
Okoniowate nieoznaczone Percids nonidentified			1
Esox lucius		2	1
Razem Total	281	240	94

http://rcin.org.pl

niższy w lipcu H' = 0,700) i 1,996 w 2004 r. (najniższy w kwietniu H' = 0,557). Wypluwki zawierały od 1 do 40 ryb. Mediana liczby ryb w wypluwkach wynosiła 1,0 (kwartyl 1 = 1,0; kwartyl 3 = 3,0; N = 113) w 2004 r. i 1,0 (kwartyl = 1; kwartyl 3 = 2; N = 47) w 2005 r. Nie stwierdzono statystycznej różnicy w liczbie ryb w wypluwkach pomiędzy terminami. Najczęściej występującym gatunkiem w wypluwkach była płoć, której obecność stwierdzono w 65,7 % wypluwek w 2002 r., w 72,9% w 2004 r. i w 53,2% w 2005 r.

W strukturze ryb w pokarmie dominowała płoć we wszystkich latach badań stanowiąc 47,8% ryb oznaczonych do gatunku w 2002 r. (N = 272), 46,4% ryb w 2004 r. (N = 209) oraz 53,2% (N = 79) w 2005 r. W 2002 r. wysoki udział w strukturze ryb miał jazgarz (18,4%), a w 2004 r. karp (22,0%) (Tab. 10). Płoć miała największy udział w pokarmie, stanowiąc 57,5% pokarmu w 2002 r., 44,5% w 2004 r. i 48,4% w 2005 r. Udział tego gatunku w pokarmie był jesienią wyraźnie niższy: w 2002 r. i 2005 r. od sierpnia, a w 2004 r. od października. W tym okresie stosunkowo wysoki udział miał leszcz. W 2002 r. także okoń i jazgarz, a w 2004 r. – krąp (Ryc. 24). Stwierdzono różnice w strukturze gatunkowej ryb w wypluwkach w okresie VI-VII w stosunku do VIII-IX



Ryc. 24. Frekwencja poszczególnych gatunków ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r. i 2004 r.
Fig. 24. Fish species composition in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in 2002 and 2004.

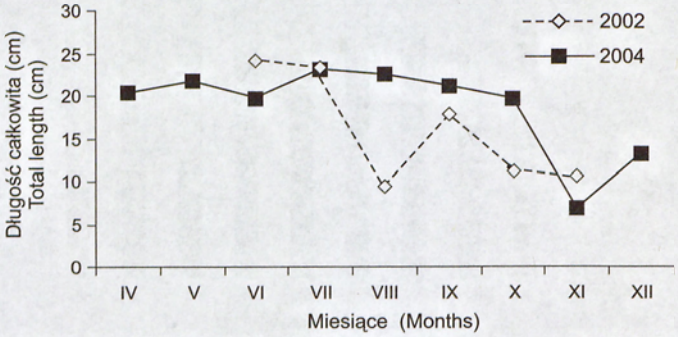
http://rcin.org.pl

Tabela 11. Długość całkowita ryb (zakres, mediana i kwartyle) w wypluwkach kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w poszczególnych okresach w 2002, 2004 i 2005 r.
Table 11. Total fish length (range, median, quartiles) in the pellets of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in particular periods in 2002, in 2004, and in 2005.

Rok Year	Okres Period	Zakres długości ryb (cm) Fish total length range (cm)	Mediana długości ryb (cm) Median fish total length (cm)	Kwartyl 1 Quartile 1	Kwartyl 3 Quartile 3	N
2002	VI-VII	4,1-35,2	23,4	20,0	25,4	60
	VIII-IX	3,9-30,1	10,4	7,8	19,6	107
	X-XI	4,4-30,2	10,8	8,2	15,4	106
2004	VI-VII	8,9-29,5	21,3	18,5	23,8	32
	VIII-IX	9,4-28,3	22,2	19,1	24,4	30
	X-XI	2,6-33,5	8,2	5,9	20,3	71
2005	VI-VII	10,9-30,1	20,5	17,4	23,3	12
	VIII-IX	10,0-37,5	22,4	19,1	25,6	24
	X-XI	3,5-34,6	13,8	7,6	23,7	32

i X-XI w 2002 r. (odpowiednio: $\chi^2 = 26{,}203$; $p<0{,}01$; $df = 2$ i $\chi^2 = 44{,}602$; $p<0{,}001$, $df = 2$). W 2004 r. stwierdzono taką różnicę w okresie VIII-IX i X-XI oraz VI-VII i X-XI (odpowiednio: $\chi^2 = 29{,}557$, $p<0{,}01$; $df = 2$ i $\chi^2 = 18{,}442$; $p<0{,}01$; $df = 2$).

Zakres długości całkowitej ryb w pokarmie na Zbiorniku Dobczyckim wynosił 3,9--35,2 cm. Kormorany żerowały wiosną i latem na stosunkowo dużych rybach. Mediana długości całkowitej ryb zjadanych w okresie VI-VII wynosiła ponad 20 cm we wszystkich latach badań (Tab. 11). Ryby zjadane jesienią były mniejsze (Ryc. 25). W 2002 r. mediana długości całkowitej ryb wynosiła ok. 10 cm w okresie VIII-IX i w okresie X-XI. Długość całkowita ryb w tych okresach była mniejsza niż w okresie VI-VII (odpowiednio: $Z = 6{,}991$; $p<0{,}001$; $N = 167$ i $Z = 7{,}596$; $p<0{,}001$; $N = 166$). W 2004 r. w okresie IV-V mediana długości ryb wynosiła 20,3 cm ($N = 22$). W okresie VI-VII i VIII-IX zjadane ryby były podobnych rozmiarów, ale później mediana długości całkowitej ryb w pokarmie była mniejsza i wynosiła: 8,2 cm ($N = 71$) w okresie X-XI (Tab. 11) i 13,2 cm ($N = 35$) w XII. Ryby zjedzone w okresie X-XI były statystycznie



Ryc. 25. Mediana długości całkowitej ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w poszczególnych miesiącach 2002 r. i 2004 r.
Fig. 25. Median total fish length in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in following months in 2002 and 2004.

http://rcin.org.pl

mniejsze niż w okresach VI-VII oraz VIII-IX (odpowiednio: Z = 4,646; p<0,001; N = 103 i Z = 4,623; p<0,001; N = 101). Podobnie w 2005 r. mediana długości całkowitej zjadanych ryb w okresie VIII-IX była niższa niż w okresie X-XI (Tab. 11). Różnica ta była istotna statystyczne (Z = 2,502; p<0,02; N = 56).

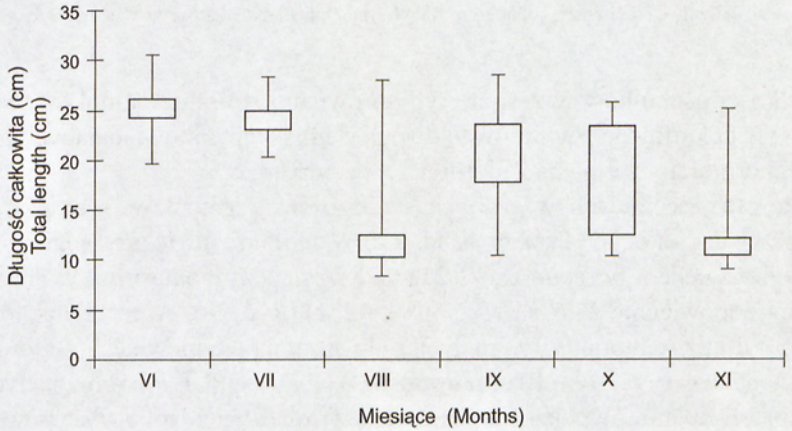
Stwierdzono, że zjadane płocie były większe niż zjadane okonie w tym samym okresie w badanych latach (Z = 4,977; p<0,001; N = 144 w 2002 r.; Z = 7,785; p<0,001; N = 121 w 2004 r.). Analiza wielkości płoci, dominującej w pokarmie, pokazała, że w sierpniu 2002 r. nastąpiło przesunięcie presji na mniejsze ryby ryb tj. młodszą kohortę (Ryc. 26). Nie stwierdzono natomiast takiego zjawiska w 2004 i 2005 r.

Oszacowany ciężar ryb w wypluwkach zmniejszał się w ciągu sezonu zarówno w 2002 r. jak i w 2004 r. (Ryc. 27). Średnie dzienne zapotrzebowanie pokarmowe nielęgowych kormoranów oszacowane na podstawie ciężaru ryb w wypluwkach określono w 2004 r. na 324 g (SD = 360,4; N = 22) w okresie V-VII i 238 g (SD = 162,3; N = 43) w okresie VIII-XII. Nie stwierdzono takiego zjawiska w 2005 r. Średnie zapotrzebowanie pokarmowe wynosiło 243 g (SD = 227,6; N = 7) w okresie V-VI i 272 g (SD = 356,0; N = 28) w okresie VIII-XI. Nie stwierdzono, aby zmniejszenie ciężaru ryb w wypluwkach było związane ze zwiększonym udziałem młodych ptaków. Mediana udziału kormoranów w szacie immaturus na Zbiorniku Dobczyckim wynosiła 8,3% (zakres: 1,1-16,7; N = 8) w okresie VI-VII, 9,8% (zakres: 2,0-19,7; N = 15) w okresie VIII-IX i 10,0% (zakres: 5,7-46,2; N = 11) w okresie X-XI.

4.9. Wybiórczość pokarmowa ichtiofagów nurkujących i brodzących

4.9.1. Wybiórczość pokarmowa kormorana

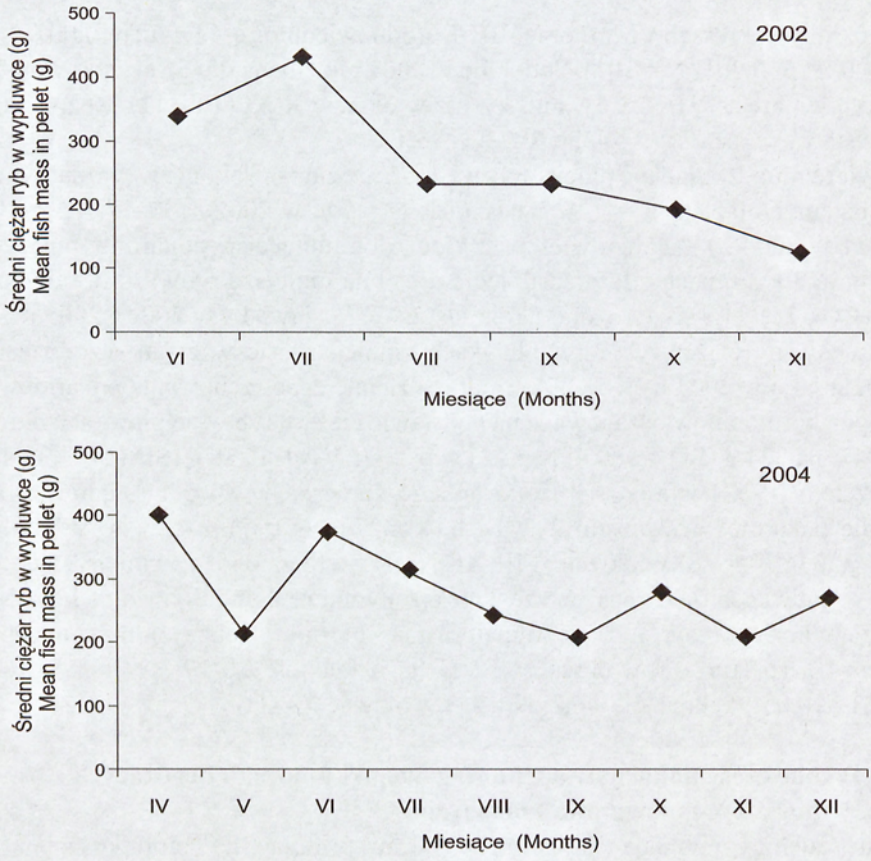
W celu ustalenia czy zmiana w strukturze pokarmu kormorana na Zbiorniku Dobczyckim, następująca na przełomie lata i jesieni, może wynikać ze zmiany struktury gatunko-



Ryc. 26. Zakres i kwartyle 1 i 3 długości całkowitej płoci *Rutilus rutilus* L. w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r.

Fig. 26. Range and quartiles 1 and 3 for the total length of roach *Rutilus rutilus* L. in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in 2002.

http://rcin.org.pl



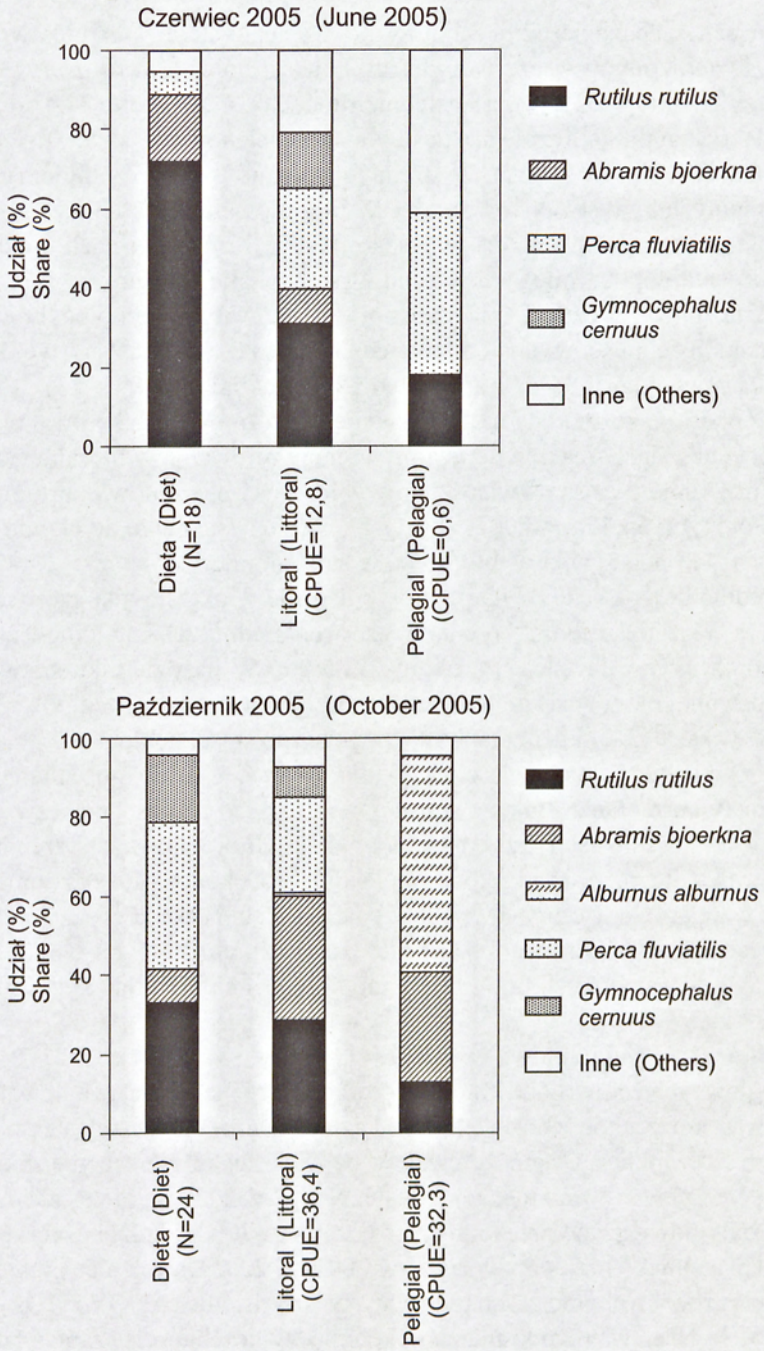
Ryc. 27. Dzienne zapotrzebowanie pokarmowe nielęgowych kormoranów *Phalacrocorax carbo* na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r. i 2004 r.

Fig. 27. Estimated daily food requirements of non-breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* at the Dobczyce Reservoir in 2002 and 2004.

wej i wielkości osobników w zespole ryb porównano strukturę gatunkową i wielkość osobników w pokarmie kormoranów w dwóch siedliskach odpowiadających miejscom, w których kormorany żerują na Zbiorniku Dobczyckim.

W odłowach sieciowych w czerwcu stwierdzono 7 gatunków ryb: płoć, leszcza, krąpia, szczupaka, okonia, jazgarza, sandacza. W litoralu największy udział miała płoć (30,7% pod względem liczebności, 41,2% pod względem biomasy), a w dalszej kolejności okoń (odpowiednio 25,6% i 15,2%) (N = 222) (Ryc. 28). W pelagialu złowiono 17 razy mniej ryb niż w litoralu. Ryb małych było stosunkowo niewiele. W litoralu CPUE ryb schwytanych w sieci o oku 10 mm wynosiła 0,62 raza CPUE ryb schwytanych w sieci o okach 20, 30 i 40 mm. W pokarmie kormorana wiosną stwierdzono występowanie tylko 4 gatunków: płoci, krąpia, klenia i okonia. W strukturze gatunkowej ryb w pokarmie pod względem liczebności zdecydowanie przeważała płoć stanowiąc ponad 70% zidentyfikowanych ryb (N = 18) (Ryc. 28). Udział tego gatunku w pokarmie wynosił 65% (N = 9).

http://rcin.org.pl



Ryc. 28. Struktura gatunkowa ryb w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* i w zespole ryb na Zbiorniku Dobczyckim w czerwcu i w październiku 2005 r.

Fig. 28. Fish species composition in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* and estimated in fish assemblages at the Dobczyce Reservoir in June and October 2005.

http://rcin.org.pl

W odłowach w październiku zanotowano występowanie 9 gatunków ryb. Poza gatunkami stwierdzonymi w czerwcu doszły ukleja i boleń *Aspius aspius*. W litoralu najliczniejszy był krąp (31,5%), a następnie płoć (28,2%) i okoń (24,4%) (N = 417) (Ryc. 28). W pelagialu najliczniejsza zaś była ukleja stanowiąca aż 55,0% zespołu ryb przed krąpiem (27,7%) (N = 331). W strefie tej złapano tylko 25% mniej ryb niż w litoralu. Ryb małych było stosunkowo dużo. W litoralu wartość CPUE ryb schwytanych w sieci o oku 10 mm była 6,5 raza większa niż CPUE ryb w sieciach o okach 20, 30 i 40 mm. Jesienią w pokarmie stwierdzono występowanie 5 gatunków ryb: płoci, krąpia, okonia, jazgarza i szczupaka. Najliczniej występowały okoń i płoć, których udział pod względem liczebności wynosił odpowiednio 40% i 32% (N = 24) (Ryc. 28). Udział płoci w pokarmie wynosił 34%, krąpia tylko 12%, a okonia 9% (N = 13).

Brak w pokarmie kormorana uklei wskazuje, że kormoran nie żerował w strefie pelagialu, a obecność jazgarza potwierdza preferencję żerowania w litoralu, gdzie ta ryba występuje przy dnie. Wiosną stwierdzono wybiórczość pokarmową kormorana w stosunku do płoci ($\chi^2 = 34,47$; $p<0,001$, $df = 1$), a jesienią w stosunku do okonia ($\chi^2 = 5,57$; $p<0,025$, $df = 1$) i negatywną wybiórczość w stosunku do krąpia ($\chi^2 = 17;42$ $p<0,001$, $df = 1$). Średnia długość całkowita płoci w pokarmie w okresie maj-czerwiec wynosiła 19,6 cm, a w październiku 25,6 cm. W czerwcu średnia ważona długości dostępnej płoci w litoralu wynosiła 20 cm, a okonia 12,5 cm. W październiku średnia ważona długości dostępnej płoci w zespole wynosiła 11,8 cm, a okonia 8,1 cm.

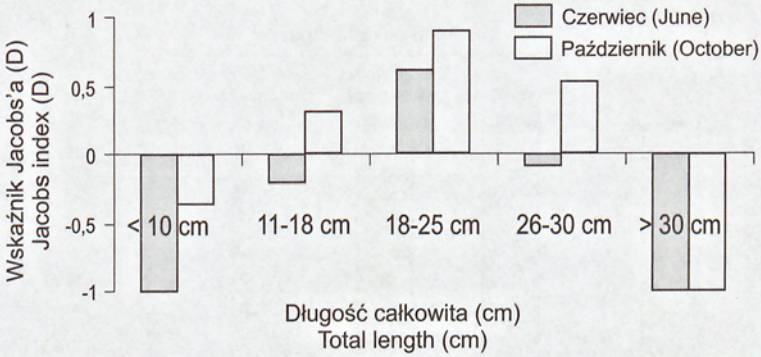
Badania wykazały, że skład gatunkowy zespołu ryb stosunkowo mało zmienia się sezonowo, a udział płoci i okonia właściwie się nie zmienia, więc nie może tłumaczyć zmiany składu diety kormorana. Zmienia się natomiast rozkład długości ciała ryb w zespole. W czerwcu średnia długość płoci odpowiada wielkości preferowanej przez kormorana, a w październiku nie różni się wiele od średniej długości okonia. Może to tłumaczyć przewagę płoci w pokarmie w czerwcu i podobny udział płoci i okonia w październiku.

Na podstawie wskaźnika Jacobs'a stwierdzono unikanie małych ryb do 10 cm długości całkowitej oraz dużych powyżej 30 cm długości całkowitej (Ryc. 29).

4.9.2. Wybiórczość pokarmowa czapli siwej

Odległość głównych żerowisk od kolonii lęgowej była różna. Cofka znajdowała się w odległości ok. 1,3 km, zachodni brzeg Basenu Dobczyckiego – ok. 3,8 km, a Zatoka Wolnicy – ok. 4,5 km od czaplińca. Czaple żerowały w największej liczbie w cofce zbiornika (mediana = 21, N = 10 w 2001 r. i mediana = 24.5, N = 12 w 2002 r.). Pozostałe dwa obszary żerowania były odwiedzane przez mniejszą liczbę czapli (Basen Dobczycki: mediana = 5 i 3; Zatoka Wolnicy: 3 i 7, odpowiednio w 2001 r. i 2002 r.). Różnice pomiędzy liczbą czapli w poszczególnych miejscach były statystycznie istotne (ANOVA: $F_{2,63} = 8,644$, $df = 2$, $p = 0,017$). Nie stwierdzono zależności pomiędzy liczebnością czapli a latami i miesiącami. Zagęszczenie dostępnych dla czapli ryb także było różne w poszczególnych obszarach. Opierając się na wskaźniku CPUE najwyższe było w Zatoce Wolnicy (średnia = 250; SD = 271; N = 4), niższe przy brzegu Basenu Dobczyckiego (średnia = 32; SD = 55;

http://rcin.org.pl



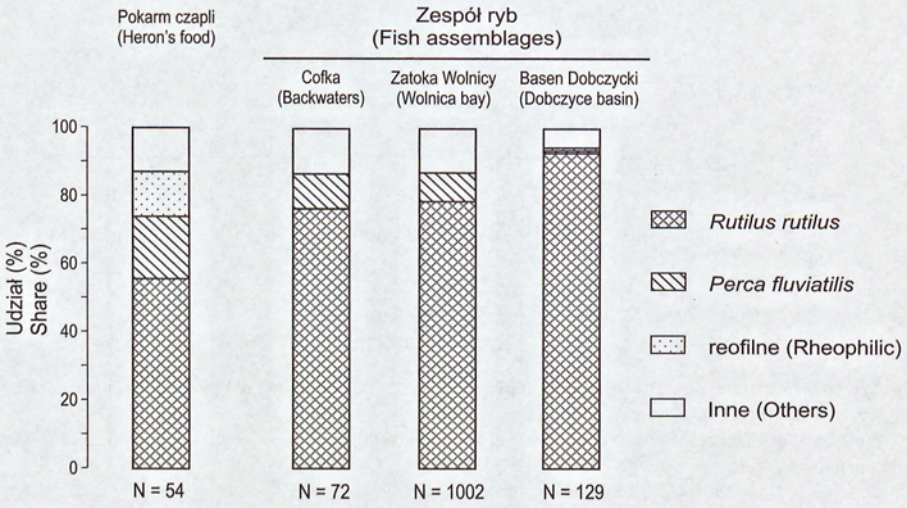
Ryc. 29. Preferencja kormoranów *Phalacrocorax carbo* w stosunku do ryb różnej długości na Zbiorniku Dobczyckim w czerwcu i w październiku 2005 r.
Fig. 29. Preference of Cormorants *Phalacrocorax carbo* for fish of different total length at the Dobczyce Reservoir in June and in October 2005.

N = 4), a najniższe w cofce zbiornika (średnia = 18; SD = 10; N = 4). W cofce współczynnik zmienności zespołu ryb (tj. średnia do odchylenia standardowego) był także najniższy, ponad dwukrotnie niż w Zatoce Wolnicy i trzykrotnie niż w Basenie Dobczyckim.

Pokarm czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r. składał się z 13 gatunków ryb podczas gdy w miejscach żerowiskowych zostało złowionych tylko 8 gatunków. Najliczniejsza była płoć stanowiąca 38% ryb w pokarmie i 76-93% zespołów ryb badanych obszarów pod względem liczebności. Sandacz i okoń stanowiły odpowiednio 20% i 16% pokarmu (Tab. 8). W litoralu zbiornika gatunki te były znacznie mniej liczne (okoń stanowił 1-10% zespołów, a sandacza stwierdzono tylko w cofce, gdzie stanowił 3% zespołu ichtiofauny). Ogólnie rzecz biorąc płoć i okoń stanowiły zdecydowaną większość zespołów ryb we wszystkich obszarach (86-94%) i dlatego wszędzie skład zespołów ryb był podobny. Ryby reofilne jak kleń, brzanka i kiełb stanowiły nieco mniej niż 14% wszystkich ryb w pokarmie czapli. Pozostałych 7 gatunków w pokarmie czapli reprezentowanych było nielicznie. Przykładowo ukleja występowała w cofce i litoralu Basenu Dobczyckiego jako subdominant (4-5%), ale nie stwierdzono jej w Zatoce Wolnicy. Warte odnotowania jest, że jazgarz, rzadki w pokarmie czapli, występuje licznie w dwóch z trzech badanych obszarów (osiągając 11% zespołu w zatoce Wolnicy).

Porównanie składu gatunkowego ryb w zespołach ryb litoralu zbiornika i w pokarmie czapli w okresie kiedy podloty czapli jeszcze przebywają w gniazdach (czerwiec 2002), karmione przez dorosłe ptaki, pokazały zarówno podobieństwa jak i różnice (Ryc. 30). We wszystkich obszarach litoralowych zbiornika gatunkiem dominującym była płoć. W pokarmie czapli też dominowała płoć stanowiąc do 56% zjedzonych ryb. Także udział okonia w zespołach ryb był wysoki, a w pokarmie osiągał on 18%. Różnice w udziale tych gatunków w zespole i w pokarmie były statystycznie istotne w Zatoce Wolnicy ($\chi^2 = 9{,}582$; $p<0{,}01$; $df = 1$). W cofce zbiornika ta różnica nie była statystycznie istotna ($\chi^2 = 3{,}290$; $p>0{,}05$; $df = 1$), chociaż stwierdzono istotne różnice przy wydzieleniu trzech kategorii: płoci, okonia i innych gatunków, w tym ryb reofilnych i sandacza ($\chi^2 = 6{,}102$; $p<0{,}05$; $df = 2$).

http://rcin.org.pl



Ryc. 30. Struktura gatunkowa ryb w pokarmie czapli siwej *Ardea cinerea* i w zespole ryb w trzech głównych obszarach żerowania na Zbiorniku Dobczyckim w czerwcu 2002 r.
Fig. 30. Fish species composition in the diet of Grey Heron *Ardea cinerea* and estimated in fish assemblages in three main foraging areas of the Dobczyce Reservoir in June 2002.

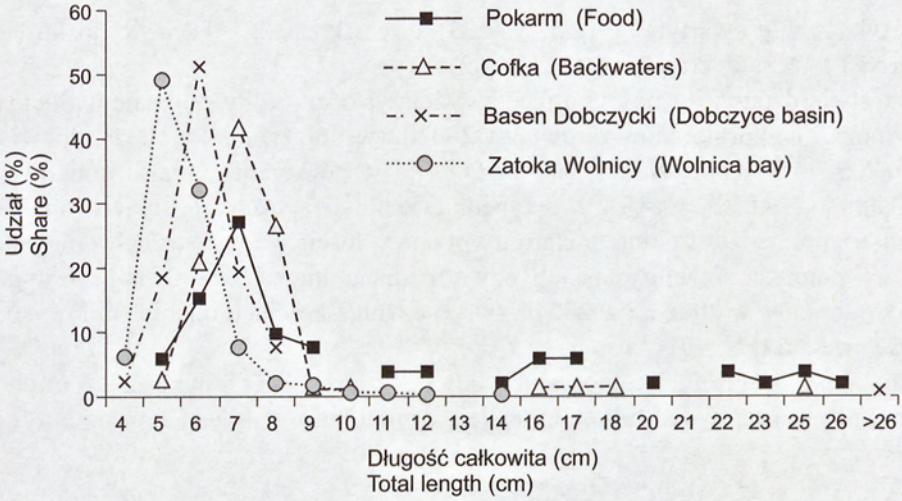
W Basenie Dobczyckim różnice w proporcji płoci i pozostałych ryb były statystycznie istotne ($\chi^2 = 36{,}153$; $p<0{,}001$; $df = 1$). Skład pokarmu czapli różnił się także wyraźnie od struktury ryb litoralu mierzących ponad 8 cm długości całkowitej ($\chi 2 = 6{,}063$; $p<0{,}05$; $df = 2$).

Długość całkowita ryb łowionych przez czaple siwe w 2002 r. mieściła się w zakresie pomiędzy 4,2 i 26,5 cm (mediana = 7,5 cm, kwartyl 1 = 6,2; kwartyl 3 = 12,0 cm; N = 92). Długość całkowita ryb w odłowach prowadzonych w litoralu była podobna (4,6–31,5 cm), chociaż rozkład długości w zespołach ryb i w pokarmie czapli był różny (Ryc. 31). W materiale zebranym w czerwcu 2002 r. (w okresie karmienia piskląt) ryby równe lub powyżej 8 cm długości całkowitej (powyżej mediany długości ryb zjadanych przez czaple) stanowiły 51,9% pokarmu czapli. W tym samym okresie takie ryby stanowiły 34,7% zespołu ichtiofauny w cofce, 8,5% zespołu w litoralu Basenu Dobczyckiego i zaledwie 5,2% w Zatoce Wolnicy. Znaleziono statystycznie istotne różnice pomiędzy rozkładem długości ryb w pokarmie czapli i w zespole ryb litoralu Basenu Dobczyckiego i Zatoki Wolnicy ($\chi^2 = 18{,}98$; $p<0{,}001$; $df = 2$ i $\chi^2 = 36{,}96$; $p<0{,}001$; $df = 2$). W przypadku cofki zbiornika, gdzie udział dużych ryb był większy, takiej różnicy nie stwierdzono. To wskazuje, że czapla wybierała większe ryby spośród dostępnych na żerowisku. Potwierdził to wskaźnik Jacobs'a, który wykazał, że czaple preferowały ryby ponad 7 cm długości całkowitej, a zdecydowanie unikały mniejszych (Ryc. 32).

4.10. Wpływ wybranych czynników abiotycznych na żerowanie i pokarm ptaków rybożernych

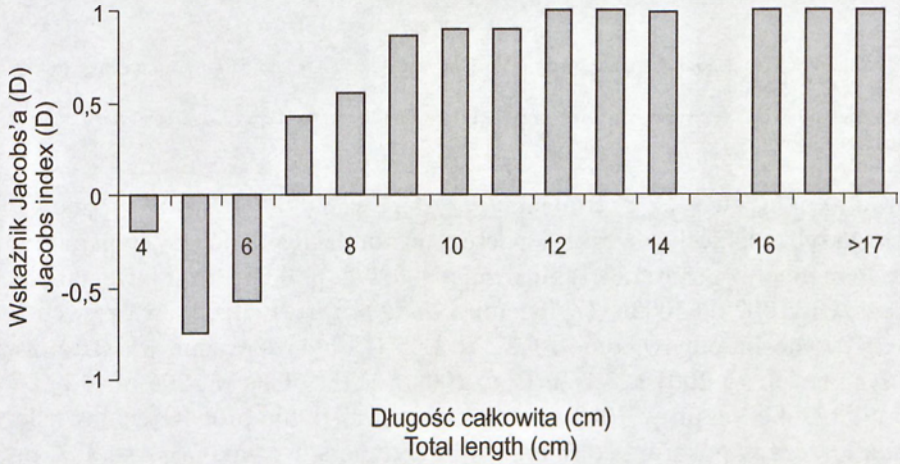
Przejrzystość wody może wpływać na czas poszukiwania ofiary oraz na jej wybór. Stwierdzono negatywną korelację pomiędzy przejrzystością wody a czasem nurkowania

http://rcin.org.pl



Ryc. 31. Rozkład długości całkowitej ryb w pokarmie czapli siwej *Ardea cinerea* oraz w obszarach jej żerowania na Zbiorniku Dobczyckim w czerwcu 2002 r.
Fig. 31. Distribution of fish total length in the diet of Grey Heron *Ardea cinerea* and its foraging areas at the Dobczyce Reservoir in June 2002.

perkoza dwuczubego (r = -0,907; p<0,01; N = 10) (Ryc. 33). Mediana czasu nurkowań przy przejrzystościach 1,4-1,7 m wahała się od 24 do 27 s, zaś przy przejrzystościach 2,2-4,0 m była niższa i wynosiła od 13 do 22 s. Stwierdzono różnice pomiędzy przejrzystością wody a długością ryb wynoszonych na powierzchnię przez perkozy (pomimo, że mniejsze ryby mogły zostać połknięte pod wodą). Mediana oszacowanej długości wynoszonych ryb przy przejrzystości wody w zakresie 1,5-2 m wynosiła 10,0 cm



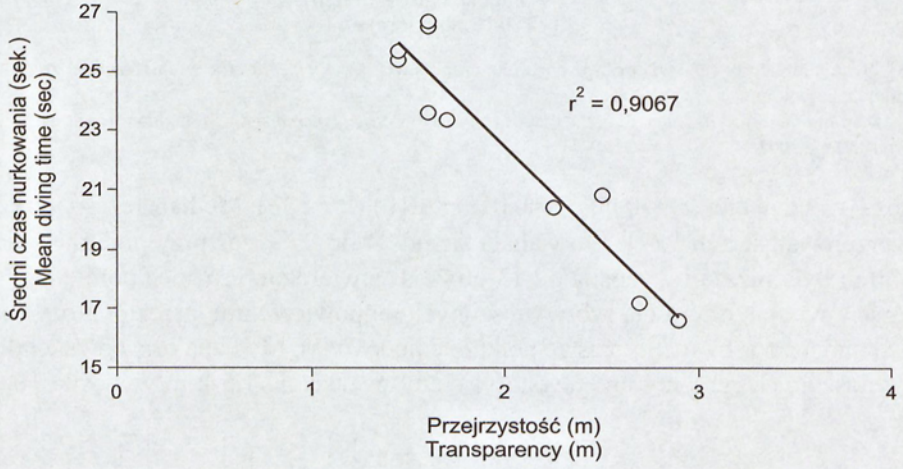
Ryc. 32. Preferencja czapli siwej *Ardea cinerea* w stosunku do ryb o różnej długości całkowitej na Zbiorniku Dobczyckim w czerwcu 2002 r.
Fig. 32. Preference of Grey Heron *Ardea cinerea* for fish of different total length at the Dobczyce Reservoir in June 2002.

http://rcin.org.pl

(kwartyl 1 = 7,5; kwartyl 3 = 12,5; N = 33), a w zakresie 2,1-4,2 m wynosiła 7,5 cm (kwartyl 1 = 5,5; kwartyl 3 = 10,0; N = 62).

Nie stwierdzono zależności pomiędzy przejrzystością wody a udziałem płoci i okonia w pokarmie kormoranów zarówno w 2002 r. (współczynnik korelacji odpowiednio r = -0,209 i r = -0,069; N = 6) jak i w 2004 r. (współczynnik korelacji odpowiednio r = -0,388 i r = -0,585, N = 9). W przypadku czapli siwej także nie stwierdzono żadnej zależności pomiędzy strukturą pokarmu a przejrzystością wody. Nie znaleziono istotnej korelacji pomiędzy przejrzystością wody a medianą długości całkowitej ryb w pokarmie kormoranów w 2002 r. i w 2004 r. (współczynnik korelacji odpowiednio r = 0,509; N = 6 i r = 0,454; N = 9).

Rozkład miesięcznych temperatur wody mierzonych na głębokości 2,5 m i na powierzchni nie różnił się. Temperatura jest czynnikiem wpływającym na aktywność



Ryc. 33. Zależność średniego czasu nurkowania perkoza dwuczubego *Podiceps cristatus* od przejrzystości wody na Zbiorniku Dobczyckim.

Fig. 33. Relationship between average diving time of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* and water transparency at the Dobczyce Reservoir.

ryb. Ma to m.in. związek z terminami przystępowania do tarła przez różne gatunki, a także z szybkością ich ucieczki. Stwierdzono korelację pomiędzy temperaturą wody a udziałem płoci w pokarmie czapli siwej (r = 0,892; p<0,05; N = 5). Udział płoci był najwyższy w 2002 r. i 2003 r. Temperatura wody przy powierzchni w czerwcu 2002 r. i 2003 r. wynosiła odpowiednio 21,9°C i 21,5°C i była wyraźnie wyższa niż w pozostałych latach (w 2001 r. – 16,0°C, w 2004 r. – 18,8°C, a w 2005 r. – 19,1°C). Na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r. stwierdzono odwrotnie proporcjonalną zależność udziału leszcza w pokarmie kormoranów od temperatury wody (r = -0,872; p<0,05; N = 6). Zależności pomiędzy temperaturą wody w 2002 r. a udziałem płoci i okonia w pokarmie kormoranów (odpowiednio: r = 0,682 i r = -0,461; N = 6) i w 2004 r. (odpowiednio: r = 0,597 i r = -0,406; N = 9) nie stwierdzono. Stwierdzono natomiast ko-

http://rcin.org.pl

relacje pomiędzy temperaturą wody a medianą długości ryb w pokarmie kormoranów ($r = 0,657$; $p<0,05$; $N = 9$) w 2004 r. W 2002 r. okazała się ona nieistotna ($r = 0,597$; $N = 6$). Korelacji pomiędzy temperaturą wody a medianą długości ryb w wykształtuszeniach czapli w czerwcu nie stwierdzono ($r = 0,666$; $N = 5$). Przesunięcie presji kormorana na mniejsze płocie, co stwierdzono na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r., również mogło być wynikiem wyższej temperatury i wcześniejszego przystąpienia ryb do tarła. Średnia temperatura wody w okresie od kwietnia do sierpnia 2002 r. była wyższa niż w pozostałych latach badań o 1,5-3,6°C. Opłacalne więc mogło być żerowanie na młodszych, ale liczniejszych rybach. Również w przypadku czapli siwej stwierdzono, że zjadane płocie w 2002 r. były mniejszych rozmiarów niż w 2003 r. ($Z = 3,926$, $p<0,001$, $N = 50$). Temperatura wody w kwietniu 2002 r. wynosiła już 11,7°C, podczas gdy w 2003 r. zaledwie 7,0°C.

Poziom wody w czerwcu w latach 2001-2004 był zmienny. Różnica poziomów piętrzenia w czerwcu 2002 r. i 2004 r. była stosunkowo mała i wynosiła odpowiednio 0,86 m i 0,75 m. W 2001 r. i 2003 r. różnice te były znacznie większe i wynosiły odpowiednio 2,35 m i 1,65 m. Zmiana poziomu wody może wpływać na rozmieszczenie ryb oraz miejsca żerowania ptaków. Nie stwierdzono, żeby struktura gatunkowa lub wielkościowa ryb w pokarmie czapli zależała od poziomu wody Zbiornika Dobczyckiego, mimo pojawiania się nowych obszarów dogodnych do żerowania. Czynnik ten nie miał też wpływu na pokarm kormoranów.

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

5. Dyskusja

5.1. Liczba gatunków i par lęgowych ptaków rybożernych na zbiornikach antropogenicznych

Liczebność lęgowych ptaków rybożernych w południowej Polsce różniła się. Była stosunkowo mała w Małopolsce, natomiast większa na Śląsku (Dyrcz i in. 1991, Walasz i Mielczarek 1992). Podgórskie zbiorniki zaporowe w Małopolsce nie stwarzały tak dobrych warunków do rozrodu ptaków wodnych jak zbiorniki na Śląsku, zwłaszcza nizinne.

Liczba stwierdzonych gatunków na Zbiorniku Goczałkowickim była większa niż na Zbiorniku Dobczyckim i żwirowni w Jankowicach. Wynikało to z większej mozaiki siedlisk na Zbiorniku Goczałkowickim (szeroki litoral, pas szuwarów, wyspy), odpowiadających gatunkom o różnych wymaganiach. Makrofity i miejsca wypłycone zajmują na tym zbiorniku dużą powierzchnię, podczas gdy na pozostałych badanych zbiornikach dominowało środowisko „otwartej wody". Bocheński (1986) oraz Dyrcz i in. (1991) odnotowali gniażdżenie się w sumie 13 gatunków ptaków rybożernych na Zbiorniku Goczałkowickim. W przeszłości gatunkiem lęgowym, niestwierdzonym w latach 1999-2004, była rybitwa białoskrzydła – gatunek bardzo nielicznie lęgowy (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). W okresie pierwszych dziesięciu lat istnienia Zbiornika Dobczyckiego stwierdzono gniażdżenie się czterech gatunków ptaków rybożernych: perkozka, perkoza dwuczubego, śmieszki i rybitwy rzecznej (Gwiazda 1996). Na żwirowni w Jankowicach w latach 1994-2002 stwierdzono 8 lęgowych gatunków ptaków rybożernych: perkozka, perkoza dwuczubego, ślepowrona, mewę pospolitą, mewę czarnogłową, śmieszkę, mewę białogłową i rybitwę rzeczną (Wiehle 2002). Nowym zjawiskiem było trzykrotne stwierdzenie w okresie badań mieszanego lęgu mewy romańskiej z mewą białogłową. Liczba gatunków ptaków rybożernych gniażdżących się na płytkich zbiornikach nizinnych była większa (5-17 gat.) w porównaniu do głębokich podgórskich antropogenicznych zbiorników (4-8 gat.) (Tab. 12). Dotyczyło to zresztą całego zespołu ptaków wodno-błotnych (Stawarczyk i Karnaś 1992). Na zbiornikach nizinnych i eutroficznych jest bowiem większa różnorodność siedlisk dostępnych dla ptaków w związku z różnym stopniem pokrycia roślinnością wynurzoną, rozwiniętym litoralem, dużym zagęszczeniem ryb karpiowatych. Tylko na dwóch zbiornikach nizinnych: Rybnickim i Sulejowskim stwierdzono mniej niż 9 gatunków ptaków rybożernych. Wyjątkiem był Zbiornik Mietkowski, gdzie duża liczba wysp powstałych jako efekt eksploatacji żwiru stanowiła bezpieczne miejsce lęgowe mew i rybitw. Nie stwierdzono wyraźnej różnicy w liczbie gatunków w zależności od wieku zbiornika. Perkozek i perkoz dwuczuby były gatunkami gniażdżącymi się na wszystkich zbiornikach w południowej Polsce (Dyrcz 1981, Stawarczyk i Karnaś 1992, Dyrcz i in. 1998, Gwiazda 1996, Rojek 2005). Śmieszka była gatunkiem lęgowym na wszystkich zbiornikach z wyjątkiem Zbiornika Rybnickiego, a rybitwa rzeczna z wyjątkiem Zbiornika Otmuchowskiego. Czapla siwa należała do gatunków lęgowych jedynie na Zbiorniku Otmuchowskim i Dobczyckim.

http://rcin.org.pl

Tabela 12. Liczba lęgowych gatunków ptaków rybożernych na wybranych zbiornikach zaporowych.
Table 12. Breeding numbers fish-eating bird species on the selected dam reservoirs.

Zbiornik Reservoir	Charakter Character	Powierzchnia (ha) Area (ha)	Wiek zbiornika w okresie badań Reservoir age during the study period	Liczba gatunków Number of species	Źródło Source
Kostrzyński Kostrzyń	nizinny lowland	5000	250-252	17	Stawarczyk i Karnaś (1992)
Jeziorsko Jeziorsko	nizinny lowland	4300	1-11	17	Janiszewski i in. (1998)
Goczałkowicki Goczałkowice	nizinny lowland	3200	5-45	13	Bocheński (1986), Dyrcz i in. (1991)
Turawski Turawa	nizinny lowland	2200	30-44	10	Stawarczyk i Karnaś (1992)
Sulejowski Sulejów	nizinny lowland	2200	1-3	7	Markowski (1982)
Wonieść Wonieść	nizinny lowland	780	6-10	11	Stawarczyk i Karnaś (1992)
Rybnicki Rybnik	nizinny lowland	555	22-34	5	Rojek (2005)
Łąka Łąka	nizinny lowland	290	1-4	9	Oleksik (1992)
Liptovska Mara Liptovska Mara	podgórski submountain	2720	1-4	7	Feriancová-Masárová i Ferianc (1979)
Otmuchowski Otmuchów	podgórski submountain	2300	37-47	4	Dyrcz (1981)
Nyski Nysa	podgórski submountain	2000	7-20	5	Stawarczyk i Karnaś (1992)
Mietkowski Mietków	podgórski submountain	970	1-6	8	Dyrcz i in. (1998)
Dobczycki Dobczyce	podgórski submountain	920	1-10	4	Gwiazda (1996)

Gniazdowanie mewy czarnogłowej, stwierdzone na żwirowni w Jankowicach, było odnotowane na Zbiorniku Mietkowskim i Zbiorniku Nyskim. Wyjątkiem było gnieżdżenie się nurogęsi na Zbiorniku Dobczyckim oraz mewy romańskiej na żwirowni w Jankowicach, których nie stwierdzono na innych zbiornikach.

5.2. Liczebność ptaków rybożernych na zbiornikach antropogenicznych

Najwyższą liczebność ptaków rybożernych na badanych zbiornikach stwierdzono w okresie przelotów jesiennych. Wyjątkiem była czapla siwa na Zbiorniku Dobczyckim oraz mewa białogłowa na Zbiorniku Goczałkowickim. Maksymalna liczebność czapli siwych na Zbiorniku Dobczyckim w 3 dekadzie czerwca, głównie w cofce, może być wyjaśniona przez obecność juvenalnych czapli, które wyleciały z gniazd. Chociaż odległość żerowiska od kolonii może być ważnym czynnikiem, to w przypadku Zbiornika Dobczyckiego wydaje się nie mieć większego znaczenia dla dorosłych osobników, gdyż odległość do nich nie jest duża. Najwyższą liczebność mewy białogłowej zanotowano w okresie koczowania polęgowego.

http://rcin.org.pl

Liczebność badanych gatunków ptaków rybożernych była znacznie wyższa na Zbiorniku Goczałkowickim niż na Zbiorniku Dobczyckim. Maksymalne liczebności perkoza dwuczubego w okresie przelotów na Zbiorniku Goczałkowickim należały do największych w Polsce (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Liczebności tego gatunku na Zbiorniku Dobczyckim były większe niż na zbiornikach: Łąka, Włocławskim czy Otmuchowskim (Dyrcz 1981, Nowysz-Wesołowska 1977, Oleksik 1992). W okresie jesiennym na Zbiorniku Dobczyckim notowano do 450 os. perkozów dwuczubych (Gwiazda 2000). Dużą liczebność tego gatunku w okresie jesiennym można tłumaczyć tym, że w miejscach spokojnych i zasobnych w pokarm perkozy pierzą się, zmieniając naraz wszystkie lotki i tracąc zdolność do lotu na okres ok. 6-ciu tygodni (Sokołowski 1967). Występowanie pasa roślinności brzegowej nie jest tak ważne jak w okresie lęgowym, dlatego w okresie migracji perkozy dwuczube mogą gromadzić się na zbiornikach głębokich, o niewielkim litoralu, gdzie przeważa środowisko „otwartej toni wodnej". Nur rdzawoszyi migruje zarówno w dzień, jak i w nocy (Cramp i Simmons 1977). Obserwacje nura rdzawoszyjego na Zbiorniku Dobczyckim w okresie przelotów były sporadyczne, ale ptaki te dość regularnie topiły się w sieciach rybackich. Prawdopodobnie niektóre osobniki, które zatrzymały się w nocy na zbiorniku, utopiły się w sieciach w czasie żerowania.

Dużą liczebność kormorana można tłumaczyć wzrostem liczebności populacji lęgowych tego gatunku w Europie w tym w Polsce i pojawianiem się przelotnych i nielęgowych kormoranów w różnych miejscach (Van Eerden i Gregersen 1995, Lindell i in. 1995, Przybysz 1997, Przybysz i in. 1997). Na południu Polski gatunek ten gnieździ się nielicznie (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Od 1981 r. notuję się lęgi na stawach w Dolinie Baryczy a od 1986 r. na Zbiorniku Goczałkowickim (Przybysz 1997, Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Czapla siwa również gnieździ się na południu Polski nielicznie. Liczbę par lęgowych tego gatunku na Śląsku i w Małopolsce oszacowano na 1850--2200 (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Najwyższa liczebność tego gatunku na Zbiorniku Dobczyckim wynosiła 200-230 os. (Michał Baran, dane niepubl.). Wzrost liczebności czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim był prawdopodobnie związany z bogatą bazą pokarmową i dogodnymi miejscami żerowiskowymi dla czapli. Marion i Marion (1987) wykazali, że kolonie czapli we Francji są zależne od zasobów pokarmowych i silnie ograniczane przez dostępność terytoriów żerowiskowych. Większa liczebność kormorana niż czapli wynika z faktu, że jesienią stada kormoranów są w ostatnich latach kilkakrotnie liczniejsze niż czapli siwej. Pojawienie się mew białogłowych jest zaś zjawiskiem stosunkowo nowym (Bukaciński i in. 1989, Dubois i in. 1990, Faber i in. 2001, Neubauer i in. 2006). W ciągu ostatnich dekad populacje kilku gatunków mew zwiększają swój zasięg i liczebność (Hagemeijer i Blair 1997, Snow i Perrins 1998). Mewa białogłowa zaczęła się gnieździć na południu Polski w 1992 r. (Tomiałojć i Stawarczyk 2003, Skórka i in. 2005). Populację lęgową w Polsce w 2004 r. oszacowano na 480 par (Neubauer i in. 2006). Liczebność populacji lęgowej wzrastała o 33% rocznie (Neubauer i in. 2006).

http://rcin.org.pl

5.3. Obszary żerowania ptaków rybożernych

Cramp i Simmons (1977) podali, że nur rdzawoszyi nurkuje na głębokość 2-9 m. Znalezienie dwóch osobników zaplątanych w sieci rybackie na głębokości 11 m pokazuje, że nury mogą nurkować głębiej. Perkoz dwuczuby chwyta ryby czasie nurkowania zwykle na głębokości 2-4 m lub mniejszej, chociaż stwierdzono także nurkowania na głębokość 30 m (Cramp i Simmons 1977). Kormoran nurkuje zwykle na głębokość 3-9 m, ze średnią 1-3 m (Cramp i Simmons 1977).

Kormorany na wyspach Chausey we Francji żerowały głównie przy dnie (60% indywidualnych nurkowań) (Grémillet i in. 1998). Perkoz dwuczuby żeruje głównie w strefie „otwartej wody" (Sokołowski 1972, Cramp i Simmons 1977, Ferens i Wasilewski 1977). Najważniejszym miejscem żerowiskowym czapli na Zbiorniku Dobczyckim była cofka zarówno w okresie lęgowym jak i w okresie przelotów. Wskazywał też na to rozkład kierunków lotów czapli z kolonii (Gwiazda 2005). Ptaki polowały głównie z brzegu z kęp roślinności szuwarowej lub nad brzegiem koryta Raby. Cofka zbiornika znajdowała się najbliżej kolonii. Inne obszary żerowiskowe były w większej odległości od kolonii. Dostępność żerowisk ma duży wpływ na wielkość kolonii czapli (Baxter i Fairweather 1998). Średni dystans pomiędzy czaplińcem a żerowiskiem w Bawarii (Niemcy) określono na 15-32 km (Utschick 1982). W kolonii lęgowej nad jeziorem Grand-Lieu (Francja) odległość ta wynosiła 2,0-37,5 km (Marion 1989), w belgijskich koloniach lęgowych średnio 3,2 km w Berendrecht i 11 km w Zonhoven (Van Vessem i Draulans 1987). Gibbs (1991) podał, że kolonie lęgowe były najczęściej położone w pobliżu obszarów żerowiskowych. Żerowiska zlokalizowane blisko kolonii są często wykorzystywane przez młodociane czaple (Van Vessem i Draulans 1987, Marion 1989). Czaple są przynajmniej częściowo terytorialne na żerowiskach (Marion 1989, Van Vessem i Draulans 1987). Gdyby większość czapli polowała blisko kolonii, koszty wynikające z konieczności utrzymania minimalnego dystansu w celu ograniczania konfliktów byłyby wyższe od zysków z zaoszczędzonej energii wydatkowanej na lot (Marion 1989). Prawdopodobnie ryzyko konfliktów spada ze wzrostem odległości żerowisk od kolonii. We francuskim czaplińcu nad jeziorem Grand-Lieu osobniki utrzymujące terytoria żerowiskowe tylko w wyjątkowo niekorzystnych warunkach pogodowych korzystały z terenów blisko położonych od kolonii (Marion 1984).

Zarówno kormorany, jak i mewy białogłowe występujące na Zbiorniku Goczałkowickim w okresie przelotów, żerowały przede wszystkim na okolicznych stawach, o czym może świadczyć wysoki udział karpia w pokarmie. Karp występuje wprawdzie w ichtiofaunie Zbiornika Goczałkowickiego, ale jest on bardzo nieliczny (Starmach 1986). Obydwa gatunki ptaków o zupełnie innych sposobach polowania żerowały na karpiach podobnej wielkości. Innym wytłumaczeniem braku różnicy w wielkości zjadanych karpi może być odbieranie pokarmu kormoranom przez mewy. Karp jest preferowaną ofiarą, gdyż jego ciężar jest większy niż innych gatunków ryb o tej samej długości ciała. Jest to związane z tym, że w wyniku odpowiedniej selekcji w hodowli stawowej zmieniono

http://rcin.org.pl

proporcje ciała tego gatunku (m.in. zwiększenie wysokości tułowia, skrócenie części ogonowej). Skład pokarmu kormoranów na Zbiorniku Goczałkowickim wskazuje, że żerowały one nie tylko na stawach ale również na zbiorniku. Podobnie dwa żerowiska (Zatoka Gdańska i Zalew Wiślany) eksploatowały także kormorany z największej polskiej kolonii w Kątach Rybackich (Bzoma i in. 2003), liczącej aktualnie ok. 11500 par (Szymon Bzoma, inf. ustna). Większość wypluwek zawierała szczątki ryb z Zalewu Wiślanego. Wykorzystanie tych żerowisk zmieniało się w trakcie sezonu. Najwyższy udział wypluwek zawierających ryby morskie, głównie babkę byczą *Neogobius melanostomus* (wykorzystanie zatoki jako żerowiska) miało miejsce od połowy kwietnia do połowy maja (Bzoma i in. 2003). Specyficzne usytuowanie kolonii pomiędzy dwoma różnymi środowiskami wodnymi (głębsza, słona zatoka i płytszy, słonawy zalew) pozwalało ptakom na wybór pomiędzy żerowiskami. W każdym momencie sezonu lęgowego, przy pogorszeniu warunków na jednym żerowisku, ptaki mogły je zmienić na alternatywne. Kormoran może latać na żerowiska do 50 km (Cramp i Simmons 1977), ale zwykle żeruje bliżej. Grémillet (1997) podał, że kormorany gnieżdżące się na Wyspie Chausey we Francji najczęściej żerowały w obszarze o promieniu 15 km.

5.4. Sposoby żerowania ptaków rybożernych

Polowanie nurów polega na indywidualnym nurkowaniu (Cramp i Simmons 1977). Perkoz także poluje przede wszystkim nurkując. Inne opisane metody polowania to: (1) polowanie z powierzchni zwykle w zanurzonej roślinności na małe ryby i bezkręgowce, (2) zbieranie owadów z powierzchni wody lub roślinności wodnej, (3) łapanie owadów latających w pobliżu głowy (Cramp i Simmons 1977). Perkoz może żerować w ciągu całego dnia, szczególnie rano i wieczorem (Hanzák 1952). W przejrzystej wodzie przy bezwietrznej pogodzie perkoz widzi ryby w czasie wolnego pływania i nurkuje za upatrzoną ofiarą. W czasie wietrznych dni perkoz może polować pływając po powierzchni z zanurzoną głową. Poluje zwykle indywidualnie lub w parach, chociaż czasami stwierdzane były duże zgrupowania w miejscach skupiania małych ryb np. na jeziorze IJsselmeer w Holandii (Van Eerden i in. 1993), co potwierdza obserwacje ze Zbiornika Goczałkowickiego i Dobczyckiego.

Kormorany są drapieżnikami polującymi zwykle indywidualnie, często na ławicowo występujące ryby. Ale oprócz żerowania indywidualnego (na upatrzoną ofiarę) spotyka się także żerowanie grupowe (w przypadku rozproszenia potencjalnych ofiar) (Van Eerden i Voslamber 1995). Żerowanie grupowe występuje często w sytuacji spadku przejrzystości wody. Zmniejszenie przejrzystości wody o połowę powoduje zmniejszenie obszaru, w którym kormoran może wypatrzeć ofiarę aż 8 razy (objętość półsfery). Kormorany polujące indywidualnie są zmuszone do większego wysiłku i częstszego lub głębszego nurkowania w lokalizacji ofiar w wyniku mniejszej dostępności przez ograniczenie pola detekcji. W tej sytuacji żerowanie indywidualne jest mniej opłacalne i kormorany żerują grupowo. Żerowanie socjalne (grupowe) obserwowane było przy

http://rcin.org.pl

dużych zagęszczeniach ptaków. Na Zbiorniku Dobczyckim, gdzie liczebność kormoranów wynosiła kilkaset osobników nie stwierdzono żerowań grupowych, podczas gdy na Zbiorniku Goczałkowickim, gdzie były większe liczebności ptaków w okresie migracji, takie żerowania miały miejsce. Na wyspach Chausey (Francja) żerowania grupowe stanowiły tylko 5% (Grémillet i in. 1998). Van Eerden i Voslamber (1995) rozróżnili dwie metody grupowego polowania kormoranów na jeziorze IJsselmeer w Holandii: polowanie liniowe i polowanie zyg-zag. Pierwsza metoda polega na przemieszczaniu się stada kormoranów w jednej linii. Często stado grupuje się na kształt półksiężyca. Ptaki będące z tyłu odpoczywają, a kormorany płynące z przodu zgrupowania polują. W ten sposób kormorany polują na mniejsze, ławicowe ryby. Drugi sposób polega na szybkim przemieszczaniu się kormoranów i gwałtownych atakach powodujących ciągłe przepłaszanie ryb, a w konsekwencji ich zmęczenie. Ten sposób stosowany jest przy polowaniu na większe ryby (o długości >15 cm).

Czapla siwa zwykle łowi ryby do głębokości 10 cm, a wyjątkowo głębiej. Zazwyczaj poluje pojedynczo. Najczęściej stosowane są dwie metody polowania: (1) stanie i czekanie na ofiarę, (2) powolne przemieszczenie się (Cramp i Simmons 1977). Voisin (1991) również podała, że czaple siwe żerują przede wszystkim stojąc nieruchomo przez kilka minut w płytkiej wodzie wypatrując ryb lub przemieszczając się wolno, żeby nie płoszyć ryb. Ofiary łapane są przez nagłe pochwycenie dziobem. Zachowanie takie stwierdzano także najczęściej na Zbiornikach Goczałkowickim i Dobczyckim. Polowanie w głębokiej wodzie z niskiego lotu było rzadkie i może mieć miejsce przy dużym zagęszczeniu ryb lub w złych warunkach, a kleptoparazytyzm też był stwierdzany sporadycznie (Voisin 1991). Czaple żerują całą dobę, najczęściej o świcie i o zmroku.

Mewy białogłowe i srebrzyste stosują różne sposoby polowania w zależności od typu pokarmu (Cramp i Simmons 1983): (1) chwytanie ofiary znajdującej się w powierzchniowej warstwie wody, (2) płytkie zanurzanie z lotu, (3) zanurzanie głowy i piersi, (4) płytkie nurkowanie. Na płyciznach i na lądzie zbierają pokarm chodząc lub biegnąc. Obserwowane było także chwytanie pokarmu w locie. Kleptoparazytyzm na różnych gatunkach jest też często stosowany, co potwierdzają obserwacje ze Zbiornika Dobczyckiego.

5.5. Struktura pokarmu ichtiofagów nurkujących o różnej wielkości

Kormoran, nur rdzawoszyi i perkoz dwuczuby zdobywają pokarm nurkując. Różnią się one między sobą ciężarem ciała, co wpływ na strukturę pokarmu. W skład pokarmu kormorana wchodzą prawie wyłącznie ryby, a sporadycznie skorupiaki czy ptaki (Cramp i Simmons 1977). Sokołowski (1972) pisał, że nur rdzawoszyi odżywia się głównie rybami, ale dodatkowo w pokarmie mogą się znaleźć także części roślinne. Analiza żołądków nurów ze Zbiornika Dobczyckiego to potwierdza. Pokarm nurów mogą stanowić także żaby, skorupiaki, kraby, mięczaki, owady (Bauer i Glutz von Blotzheim 1966). Analiza zawartości żołądków i przełyków nielęgowych perkozów dwuczubych utopionych w sieciach na jeziorze IJsselmeer w Holandii wykazała, że proporcja pustych przewodów pokarmowych

http://rcin.org.pl

nie zmieniała się w sezonach i wynosiła ok. 10% (Wiersma i in. 1995), t.j. nieco mniej jak na Zbiorniku Dobczyckim. Występowanie piór w żołądkach perkozów dwuczubych jest typowe dla tych ptaków. Perkozy zaczynają podawać pióra pisklętom wkrótce po ich wykluciu (Hanzák 1952, Simmons 1955). Zjadanie piór ma znaczenie przy formowaniu wypluwek (Harrisson i Hollom 1932, Hanzák 1952, Simmons 1955, 1956, Madsen 1957). Prawdopodobnie przyczynia się ono do regularnego opróżniania żołądka, co minimalizuje ryzyko wystąpienia pasożytów gastralnych (Piersma i Van Eerden 1989). Perkozy mogą zjadać duże ilości owadów (Geiger 1957, Markuze 1965, Büttiker 1985). Są to *Odonata*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Heteroptera*, *Lepidoptera* i *Plecoptera* (Bauer i Glutz von Blotzheim 1966, Cramp i Simmons 1977). Prawie we wszystkich żołądkach perkozów ze Zbiornika Dobczyckiego stwierdzono występowanie owadów (przede wszystkim chrząszczy). Również Hanzák (1952) znajdował owady prawie we wszystkich żołądkach tych ptaków. Analiza 25. żołądków perkozów dwuczubych ze środowisk słodkowodnych Danii wykazała obecność owadów w 23. z nich (Madsen 1957).

W żołądkach sekcjonowanych kormoranów odstrzelonych na Jeziorach Mazurskich stwierdzono występowanie od 1. do 16. ryb (Mellin 1990). Analiza żołądków kormoranów odstrzelonych w Austrii wykazała, że zawierały średnio prawie 5 ryb (maksimum 85 osobników) (Trauttmansdorff 2003), więcej niż w żołądkach kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim. W żołądkach badanych perkozów dwuczubych na Zbiorniku Dobczyckim znajdowano więcej ryb niż podawał Hanzák (1952) (zwykle 1-2 ryby; maksymalnie 5). Większa liczba ryb w żołądkach wiąże się z ich mniejszymi rozmiarami.

Zarówno kormorany, nury jak i perkozy polowały na licznie występujące w Zbiorniku Dobczyckim gatunki ryb (płoć, okoń, jazgarz). Porównywane gatunki ptaków polowały jednak na różne gatunki ryb, mimo, że utopiły się głównie w sieciach postawionych w tych samych obszarach zbiornika (główny basen zbiornika: Basen Dobczycki i Basen Myślenicki). Obecność jazgarza w pokarmie kormorana i perkoza świadczyć może o żerowaniu blisko dna w strefie sublitoralu, gdyż ryba ta występuje w tej strefie. Wysoki udział uklei i leszcza w pokarmie nurów wskazuje zaś na żerowanie w strefie pelagialu, gdyż gatunki te związane są z tą strefą na Zbiorniku Dobczyckim (Amirowicz 2000). Wyższe podobieństwo gatunkowe ryb w pokarmie kormorana i perkoza niż tych gatunków i nura potwierdza żerowanie ich w tej samej strefie.

Duże zróżnicowanie gatunkowe ryb w żołądkach kormoranów świadczy o tym, że gatunek ten jest bardzo uniwersalny w żerowaniu i można go uznać za generalistę pokarmowego. Według De Nie (1995) w pokarmie kormoranów w Europie stwierdzono 26 gatunków ryb słodkowodnych. W pokarmie kormoranów żerujących na jeziorach holenderskich znaleziono aż 20 gatunków ryb (Van Eerden i Zijlstra 1997). W wielu miejscach duży udział w pokarmie miał tylko jeden lub kilka gatunków ryb. Badania prowadzone w rzekach w Anglii i Walii wykazały w pokarmie kormoranów dominację płoci (Russell i in. 2003). Analiza wypluwek kormoranów na holenderskich jeziorach Veluwemeer i Wolderwijd (Dirksen i in. 1995) w okresie sierpień-marzec wykazała obecność 11 gatunków, a najliczniej występował jazgarz (40-80% stwierdzonych ryb).

http://rcin.org.pl

Pokarm odstrzelonych kormoranów na stawach we wschodniej Chorwacji składał się z 8 gatunków ryb, przy czym najliczniej występował karp (73,4%) (Opacak i in. 2004). Analiza żołądków kormoranów odstrzelonych jesienią na stawach w Saksonii wykazała, że udział karpia wynosił 87% w strukturze gatunkowej pokarmu pod względem liczebności (Seiche 2002, Seiche 2003). Na jeziorze Loch Leven w Szkocji w pokarmie dominował pstrąg potokowy, który stanowił do 85% biomasy zjedzonych ryb (Stewart i in. 2005). Wynikało to z wędkarskiego użytkowania jeziora i zarybiania go pstrągiem.

Cramp i Simmons (1977) podali, że w pokarmie nurów rdzawoszyich występowały następujące ryby słodkowodne: pstrąg potokowy, łosoś, *Salvelinus alpinus* (L.), pstrąg źródlany *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), płoć, jelec, ukleja i okoń. Bauer i Glutz von Blotzheim (1966) wymienia także kiełbia. Na Zbiorniku Dobczyckim stwierdzono występowanie w pokarmie nurów ponadto sandacza i leszcza.

Więcej informacji jest na temat pokarmu perkoza dwuczubego. Dunajewski (1943) stwierdził, że perkoz ten zjada głównie ukleje, a także cierniki, młodociane stadia wiekowe leszczy, linów, płoci i szczupaków. Również Sokołowski (1967) pisał, że pokarm perkozów dwuczubych składa się głównie z uklei, młodych płoci, leszczy, siei *Coregonus lavaretus* (L.) i sielawy *Coregonus albula* (L.). Ukleja była podawana jako preferowany gatunek (Sokołowski 1972). Badania na Zbiorniku Dobczyckim nie potwierdziły, że ukleje są głównym pokarmem perkoza dwuczubego: w pokarmie dominowały okonie i jazgarze. Analiza pokarmu perkozów w Czechach również wykazała, że ponad 80% pokarmu stanowiły okonie i jazgarze (Hanzák 1952). Udział tych gatunków w pokarmie perkozów wydaje się być wyższy w okresie jesiennym niż wiosną (Gwiazda 1995). Cramp i Simmons (1977) podali, że w pokarmie perkozów dwuczubych stwierdzono także pstrąga potokowego, jelca, węgorza *Anguilla anguilla* (L.), kiełbia, karasia. Nie wykazano jednak klenia, którego znaleziono w żołądkach perkozów ze Zbiornika Dobczyckiego. Wydaje się, że struktura gatunkowa w pokarmie w przybliżeniu odzwierciedla ichtiofaunę środowiska (strefy) żerowania ptaka.

Nury, perkozy i kormorany zjadały na Zbiorniku Dobczyckim ryby mierzące od 3 do ok. 20 cm. Cramp i Simmons (1977) podawali, że maksymalna długość ryb zjadanych przez nura rdzawoszyjego wynosi 25 cm, perkoza dwuczubego 21 cm, a kormorana 45 cm. Długość całkowita ryb obliczona na podstawie wielkości elementów kostnych znalezionych w żołądkach kormoranów odstrzelonych na Jeziorach Mazurskich wynosiła od 7 do 41 cm, a 85% ryb nie przekraczało 15 cm (Mellin 1990). Największą rybą znalezioną w żołądkach kormoranów odstrzelonych w Austrii był sandacz mierzący 42 cm (Trauttmansdorff 2003). Na stawach Donji Miholjac (wschodnia Chorwacja) zakres zjadanych przez kormorany ryb wynosił 4-33,5 cm, przy czym 47% ryb mieściła się w zakresie 10-14,9 cm (Opacak i in. 2004). Zakres długości ryb w pokarmie perkozów dwuczubych wynosił na Zbiorniku Dobczyckim kilkanaście cm, podobnie jak w innych badaniach (Hanzák 1952, 8-17 cm; Madsen 1957, 3-20 cm; Winfield 1990, 6-17 cm). Największa ryba znaleziona w żołądku perkoza dwuczubego w Czechach mierzyła 17 cm długości (Hanzák 1952). Rozkład frekwencji ciężarów zjedzonych przez perkoza

http://rcin.org.pl

dwuczubego ryb jest prawoskośny z bardzo małym prawdopodobieństwem znalezienia osobnika, który zjadł ponad 100 g ryb (Wiersma i in. 1995). Średni ciężar zjedzonych ryb zmieniał się. Dla ptaków dorosłych zwiększał się od sierpnia do marca z 25 do 82 g. Podobne wyniki uzyskano dla perkozów z jezior szwajcarskich (Bütiker 1985).

Cięższe (dysponujące większą masą mięśniową) nury rdzawoszyje i kormorany zjadały większe ryby niż perkozy dwuczube. Długość dzioba nie miała wpływu na wielkość zjadanych ryb, gdyż jego długość u nurów i perkozów była taka sama. Piersma (1988) analizował zawartość żołądków utopionych perkozów rdzawoszyich i perkozów rogatych *Podiceps auritus* (L.) na jeziorze IJsselmeer (Holandia). Wykazano, że perkoz rdzawoszyi zjadał stynki *Osmerus eperlanus* (L.) – będące głównym składnikiem pokarmu – mniejsze niż perkoz rogaty, pomimo iż długość dzioba perkoza rdzawoszyjego jest dwukrotnie większa niż długość dzioba perkoza rogatego. Porównanie diety dwóch mniejszych (*Phalacrocorax melanocephalus*, *P. sulcirostris*) i dwóch większych (*P. varius*, *P. carbo*) gatunków kormoranów w ujściu rzeki pokazało, że mniejsze gatunki żerowały głównie na krewetkach i drobnych rybach, a większe na większych rybach (Humphries i in. 1992).

Zależność pokarmu od ciężaru ciała ptaków była podawana także w obrębie gatunku. Na jeziorze IJsselmeer w Holandii stwierdzono, że samce kormoranów, które są większe od samic, polowały na większe ryby niż samice (Koffijberg i Van Eerden 1995). Platteeuw i Van Eerden (1997) stwierdzili, że pokarm szlacharów *Mergus serrator* L. zimujących na tym jeziorze zależy od płci. Większe samce polowały na stynki i węgorze, zaś samice prawie wyłącznie na stynki. Polowanie na węgorze wymagało dłuższych nurkowań do dna. Piersma i in. (1997) stwierdzili, że większe osobniki perkoza dwuczubego chwytały większe ryby niż osobniki o mniejszych rozmiarach. Stwierdzili poza tym, że perkozy chwytały większe i szybsze ryby przy niższej temperaturze wody.

5.6. Skład pokarmu kormorana w różnych siedliskach w okresie lęgowym

Skład pokarmowy kormorana jest specyficzny siedliskowo. Na podstawie prowadzonych badań wykazano różnice w udziale procentowym poszczególnych gatunków ryb w diecie tych ptaków w różnych miejscach.

W wypluwkach kormoranów nad jeziorem Wigry stwierdzono pozostałości od 1 do 16 ryb innych niż cierniki lub do 83 cierników (Grzmitruk 2004). Zakres ten był zbliżony do liczby ryb innych niż cierniki w wypluwkach zebranych na Zbiorniku Dzierżno Duże czy Zbiorniku Goczałkowickim. Większą liczbę ryb stwierdzono w wypluwkach lęgowych kormoranów w północno-wschodniej Brandenburgii (Niemcy) – średnio 17,7 ryby (zakres 1-128 ryb) (Wolter i Pawlizki 2003). Było to związane w mniejszymi rozmiarami zjadanych ryb.

Różnica w strukturze gatunkowej ryb w pokarmie kormorana na Zbiorniku Goczałkowickim i Zbiorniku Dzierżno Duże jest związana z różną bazą pokarmową eksploatowanych żerowisk. Analiza składu pokarmu kolonii ptaków znajdujących się nad Zatoką Gdańską wykazała obecność aż 25 gatunków ryb (morskich i słodkowodnych)

http://rcin.org.pl

(Stempniewicz i in. 2003b). Liczba gatunków ryb w pokarmie lęgowych kormoranów na jeziorach i zbiornikach wahała się od 5 do 14 (Tab. 13) i była podobna jak w badanych koloniach. Największy udział w pokarmie lęgowych kormoranów na Zbiorniku Dzierżno Duże miały płoć i okoń – gatunki pospolite i liczne w zbiornikach Środkowej Europy. Prawdopodobnie ich udział w zespole ryb w badanym zbiorniku także jest wysoki. Na trzecim miejscu, zarówno pod względem liczebności, jak i biomasy plasował się jazgarz. Podobnie w pokarmie kormoranów żerujących na jeziorach na Mazurach i Pomorzu, a także na Dolnej Odrze te dwa gatunki ryb były najliczniejszymi w pokarmie (Tab. 13). Płoć dominowała również wśród 9 gatunków znajdujących się w pokarmie kormoranów żerujących na jeziorach mazurskich (jezioro Morąg i jezioro Dąbrowa Wielka). Stanowiła ona 71,5% pod względem liczebności i 40,8% pod względem biomasy.

Tabela 13. Liczba gatunków ryb oraz udział wybranych gatunków w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* pod względem liczebności na różnych stanowiskach w okresie lęgowym.
Table 13. Number of fish species and numerical proportion of selected species in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* in different sites during the breeding period.

Stanowisko Site	Liczba gat. ryb Number of fish species	Udział poszczególnych gatunków ryb (%) Share of the selected fish species (%)					Źródło Source
		Płoć Roach	Leszcz Bream	Karp Carp	Okoń Perch	Jazgarz Ruffe	
Jez. Morąg, Jez. Dąbrowa Wielka Morąg Lake, Dąbrowa Wielka Lake	7	71,5	11,1		2,6		Mellin (1990)
Jez. Wigry Wigry Lake	14	44,9	0,5		10,5	+	Grzmitruk (2004)
Jez. Ostrowieckie Ostrowieckie Lake	13	43,7	3,4	0,1	36,4	6,2	Wziątek i in. (2003)
Jez. Wielimie Wielimie Lake	5	40,0	11,0		32,0	14,0	Gwiazda (2002)
Jez. Vanneperveen Vanneperveen Lake	12	36,0-39,7	2,4-6,0		6,4-6,7	9,0-14,9	Veldkamp (1995b)
Zbiornik Nove Mlyny Nove Mlyny Reservoir	11	18,2	13,0	13,0	3,9		Adamek i Guziur (1992)
Zbiornik Goczałkowicki Goczałkowice Reservoir	7	15,0	2,0	69,0	4,0	5,0	Gwiazda (2002)
*Stawy rybne, Saksonia *Fish ponds, Saxonia	5	5-10	+	>80			Seiche (2003)
Stawy rybne Warlity Fish ponds Warlity	3			99,5			Mellin i Mirowska-Ibron (1997)
*Rzeka Odra *River Oder	9	39,8		2,5	29,6	14,6	Wolter i Pawlizki (2003)
*Zatoka Gdańska *Gdańsk Bay	25	3,7	0,3	0,006	6,5	83,5	Martyniak i in. (2003)

* - analizy dotyczyły także okresu polęgowego, + - obecność gatunku w pokarmie.
* - analysis also included post-breeding period, + - presence of species in food.

http://rcin.org.pl

Wysoki udział w pokarmie pod względem biomasy (po 23%) miały także leszcz i węgorz (Mellin 1990). De Nie (1995) twierdził, że węgorz jest łatwą ofiarą kormorana w czystych wodach. W wykształtuszeniach piskląt na zbiornikach Nove Mlýny (Morawy) stwierdzono 11 gatunków ryb, z których najczęściej występował krąp (20,7%) i płoć (18,2%) – gatunki pospolite w ichtiofaunie (Adámek i Guziur 1992). Pokarm zdominowany przez płoć i stynkę pod względem liczebności stwierdzono w badaniach lęgowych kormoranów w jeziorze Vanneperveen, Holandia (Veldkamp 1995b). Karp był zdecydowanie najczęstszą rybą w pokarmie kormoranów żerujących na stawach (w północno-wschodniej Polsce i w Saksonii), a także na Zbiorniku Goczałkowickim (Tab. 13).

5.7. Wielkość ryb w pokarmie kormorana

Kormoran może łapać ryby w szerokim zakresie długości (3–45 cm; 75 cm w przypadku węgorza) (Cramp i Simmons 1977, Del Hoyo i in. 1992). Preferowane długości ryb w pokarmie (10-15 cm) są prawdopodobnie najlepsze w relacji koszt-zysk. Prędkość ryby jest funkcją jej rozmiarów. W związku z tym ryby mniejsze, a co za tym idzie wolniejsze, występują w pokarmie kormorana częściej (są łatwiejsze do złapania), niż ryby większe i szybsze. Z drugiej strony ryby małe dostarczają mniej energii. Kormorany optymalizują energię i z jednej strony wybierają łatwiejsze do schwytania ofiary, z drugiej, dostarczające jak największą porcję energii.

Kormorany w każdym okresie zjadały ryby w szerokim zakresie ich długości. W badanych środowiskach w okresie lęgowym zakres ten wynosił od 2-67 cm (Tab. 14).

Tabela 14. Długość całkowita ryb (zakres i średnia) w pokarmie kormorana *Phalacrocorax carbo* na różnych stanowiskach w okresie lęgowym.
Table 14. Total fish length (range and mean) in the diet of Cormorant *Phalacrocorax carbo* in different sites during the breeding period.

Stanowisko Site	Zakres długości całkowitej ryb (cm) Fish total length range (cm)	Średnia długość całkowita (cm) Mean of fish total length (cm)	Źródło Source
Jez. Morąg, Jez. Dąbrowa Wielka Morąg Lake, Dąbrowa Wielka Lake	7-41		Mellin (1990)
Jez. Wielimie Wielimie Lake	5-36	14,0	Gwiazda (2002)
Zbiornik Nove Mlyny Nove Mlyny Reservoir	7-30	15,8	Adamek i Guziur (1992)
Zbiornik Gorzałkowicki Goczałkowice Reservoir	7-41	20,4	Gwiazda (2002)
*Rzeka Odra *River Oder	5-59	12,5	Wolter i Pawlizki (2003)
*Zatoka Gdańska *Gdańsk Bay	2-67	**7,8	Martyniak i in. (2003)

* - analizy dotyczyły także okresu polęgowego, ** - mediana.
* - analysis also included post-breeding period, ** - median.

http://rcin.org.pl

Zakres długości ryb w pokarmie na Zbiorniku Dzierżno Duże i Zbiorniku Goczałkowickim był mniejszy niż na kormoranów żerujących na Odrze czy Zalewie Wiślanym, ze względu na brak w pokarmie węgorza (Martyniak i in. 2003, Wolter i Pawlizki 2003). Lęgowe kormorany na Zbiorniku Dzierżno Duże polowały na niewielkie ryby. Na Zbiorniku Goczałkowickim ryby w pokarmie były większe, ponieważ kormorany polowały na stawach, gdzie jest duże zagęszczenie ryb, pozwalające minimalizować koszty polowania. Średnia długość całkowita ryb na jeziorach, zbiornikach i na Dolnej Odrze wynosiła 12-20 cm (Tab. 14), co pokrywa się z uzyskanymi wynikami. Najczęściej zjadane ryby w jeziorach północno-wschodniej Polski mierzyły 10-15 cm długości (Martyniak i in. 1997), a na stawach rybnych 8,0-10,9 cm (Mellin i in. 1997). Nad jeziorem Wigry średnia długość zjadanych przez kormorany płoci wynosiła 10,5 cm. Największa stwierdzona ryba miała długość 18,9 cm. Średnia długość okoni wynosiła 12 cm (Grzmitruk 2004). Kormorany w Drawieńskim Parku Narodowym także zjadały małe ryby. Maksymalna długość wynosiła ok. 20 cm dla płoci i 15 cm dla okonia (Wziątek i in. 2003). Blisko 70% ofiar kormoranów na Zbiorniku Goczałkowickim mierzyło 15-25 cm długości całkowitej (Gwiazda 2002). Prawdopodobnie wynikało to z wieku piskląt, które były starsze i zdolne do połykania większych ryb. Na Dolnej Odrze w pokarmie kormoranów większość ryb (85,7%) była w zakresie od 6 do 16 cm długości całkowitej (Wolter i Pawlizki 2003). Mała wartość mediany długości całkowitej ryb (7,8 cm) w pokarmie lęgowych kormoranów na Zalewie Wiślanym wynika z żerowania na bardzo pospolitym jazgarzu, który osiąga niewielkie rozmiary i występuje w ławicach przy dnie (Martyniak i in. 2003).

5.8. Sezonowe zmiany w składzie pokarmu kormoranów

Dieta kormorana bywa różna w różnych porach roku. Na podstawie analizy wypluwek zebranych nad Zbiornikiem Dzierżno Duże stwierdzono występowanie większej liczby ryb w wypluwce w maju niż w marcu. Zarówno w okresie przedlęgowym, jak i lęgowym, na tym zbiorniku nie stwierdzono różnic w strukturze gatunkowej ryb w pokarmie ptaków. Zarówno w marcu, jak i w maju, płoć i okoń występowały z największą częstotliwością. Podobnie nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do długości całkowitej ryb. Wskaźnik Shannona umożliwił ocenę różnorodności składu gatunkowego ryb występujących w pokarmie kormoranów. Niska jego wartość w marcu wskazuje na małą różnorodność i wysoką dominację niektórych gatunków (płoć i okoń). Różnica w wielkości zjadanych przez kormorana ryb na Zbiorniku Goczałkowickim w maju i w czerwcu może wynikać z wieku i rozmiarów piskląt. W maju są one mniejsze niż w czerwcu i muszą być karmione mniejszymi rybami.

W pokarmie nielęgowych kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim najliczniej reprezentowana była płoć, będąca jednym z dominantów w zespole ichtiofauny tego zbiornika (Amirowicz 2000, Jelonek i Godlewska 2000). Stosunkowo duże rozmiary zjadanej latem płoci pokazują, że były to ryby, które mogły przystępować do tarła lub żerować w strefie litoralu. Istotny udział jazgarza i okonia zaznaczył się jesienią, zwłaszcza

http://rcin.org.pl

w 2002 r. Wyższy udział karpia w tym okresie był prawdopodobnie związany z zarybieniem stawów PZW znajdujących się w pobliżu cofki zbiornika. Późną jesienią stwierdzono wysoki udział leszcza.

W badanych wypluwkach kormorana nad jeziorem Wigry w okresie czerwiec-wrzesień największy udział także miała płoć, zarówno pod względem liczbowym jak i wagowym (odpowiednio 44,9% i 67,8%) (Grzmitruk 2004). Duży udział liczbowy miał także ciernik (36,0%), gatunek niewystępujący w Zbiorniku Dobczyckim. Nie stwierdzono przy tym statystycznych różnic w składzie pokarmu pomiędzy terminami (Grzmitruk 2004). W Drawieńskim Parku Narodowym od marca do kwietnia oraz od czerwca do sierpnia w pokarmie kormoranów dominowała płoć. Udział okonia był większy w maju (Wziątek i in. 2003). Ogólnie rzecz biorąc udział płoci wzrastał, a okonia spadał w badanym okresie, odwrotnie niż na Zbiorniku Dobczyckim. Mogło to być związane ze zmianami w strukturze zespołu ryb lub ze zmianą obszaru żerowania kormoranów. W pokarmie lęgowych kormoranów na jeziorze Vanneperеveen w Holandii największy udział pod względem liczebności miały stynka, płoć i jazgarz (Veldkamp 1995b). Pod względem biomasy pokarm zdominowany był tam przez płoć, leszcza i sandacza (Veldkamp 1995b). Na innych holenderskich jeziorach: Wolderwijd i Veluwemeer, a także Zalewie Wiślanym najliczniej w pokarmie występował jazgarz (Dirksen i in. 1995, Stempniewicz i in. 2003b). Stanowił on 40-80% wszystkich stwierdzonych ryb w wypluwkach kormoranów na jeziorach: Wolderwijd i Veluwemeer, przy czym w okresie od sierpnia do października udział tego gatunku wyraźnie wzrastał (Dirksen i in. 1995). Te płytkie środowiska wodne oferowały odpowiednie warunki żerowiskowe dla gatunków ryb związanych z dnem. Sezonowe zmiany stwierdzono też dla kormoranów żerujących na stawach w Saksonii we wschodnich Niemczech (Seiche 2003). Od maja do sierpnia największy udział w biomasie miał karp (>80%), a od września do października wysoki udział miał jazgarz i okoń (>40%). Na Zbiorniku Dobczyckim jesienią również stwierdzono wyższy udział jazgarza i okonia. Może to być związane ze zmianami udziału poszczególnych gatunków w zespole ryb.

5.9. Zapotrzebowanie pokarmowe kormorana

Dzienną konsumpcję pokarmu kormorana szacuje się na 425-700 g (Cramp i Simmons 1977, EIFAC 1988), co stanowi ok. 15-17% ciężaru ciała. Dzienne zapotrzebowanie pokarmowe ptaków lęgowych oszacowano na Zbiorniku Dzierżno Duże tylko na 185 g, a na Zbiorniku Goczałkowickim na 152 g. Grzmitruk (2004) podała, że ciężar ryb zjadanych przez kormorana obliczony z wypluwek na jeziorze Wigry wynosił średnio 207 g dziennie. Podobne wartości uzyskał Martyniak i in. (1997) dla jeziora Rydzówka i jeziora Morąg, odpowiednio 136-335 g i 117-226 g. Uzyskane wartości są niższe niż minimalne zapotrzebowanie kormorana. Wynikało to stąd, że niektórych ryb nie udało się oznaczyć do gatunku i tym samym nie oszacowano ich ciężaru. Dane te są więc zaniżone. Dzienne zapotrzebowanie pokarmowe na jeziorze Grand-Lieu we Francji określono średnio na 362 g na podstawie wykrztuszeń i na 408 g na podstawie metody automatycznych wag (Carpentier i Marion 2003). Podobne

http://rcin.org.pl

wyniki uzyskano w dwóch koloniach lęgowych na jeziorze IJsselmeer w Holandii. Dzienne zapotrzebowanie pokarmowe oszacowane na podstawie ciężaru ryb w wypluwkach określono tam na 338 g i 318 g (Platteeuw i Van Eerden 1995). Znacznie większe wartości uzyskano metodą budżetów energetyczno-czasowych oraz automatycznych wag dla kormoranów gnieżdżących się w Normandii. Obliczono, że w zależności od użytej metody samce potrzebowały odpowiednio 690 g i 540 g ryb, a samice odpowiednio 500 i 390 g w czasie inkubacji jaj (Grémillet i in. 2000). Oszacowanie ilości zjadanego pokarmu kormorana na jeziorze Chiemsee (Południowe Niemcy) w oparciu o metodę podwójnie znakowanej wody wykazało, że potrzebują one ok. 539 g ryb (Keller i Visser 1999). Platteeuw i in. (1995) oszacował, że pisklę kormorana potrzebuje dziennie średnio 386 g ryb.

Zapotrzebowanie pokarmowe nielęgowych kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim w oparciu o ciężar ryb w wypluwkach oszacowano na 290 g. Stwierdzono, że najwięcej pokarmu kormoran zjadał latem, żerując na dużych rybach. Jesienią pobór pokarmu był znacznie mniejszy. Obliczony ciężar ryb, z których powstała jedna wypluwka wynosiła od 17 do 749 g – średnio 207 g. Zapotrzebowanie pokarmowe na jeziorach w Holandii w okresie polęgowym i migracji jesiennej oszacowano na 146-700 g dziennie (Noordhuis i in.1997). Obliczono, że zimujące kormorany zjadały w Bawarii średnio tylko 273 g ryb (Keller 1995). Według badań pokarmu kormorana w Dolnej Odrze w okresie od maja do września średnia liczba ryb w wypluwce wzrastała, a zapotrzebowanie pokarmowe w tym okresie spadało (Wolter i Pawlizki 2003). Temperatura i głębokość nurkowania silnie wpływa na poziom zapotrzebowanie pokarmowego (Grémillet i Wilson 1999). Mniejsze zapotrzebowanie pokarmowe kormoranów w okresie jesiennym jest zastanawiające biorąc pod uwagę, że temperatury powietrza i wody są niższe niż latem (wyższe koszty termoregulacji) a średni ciężar zjedzonych ryb jest silnie skorelowany z temperaturą. Ryby zjadane przez ptaki mają taką samą temperaturę jak woda, a zjedzona ryba absorbuje ciepło z ciała ptaka. Zatem koszty tego procesu są wyższe przy niższej temperaturze wody. Wiersma i in. (1995) oszacowali, że „podgrzanie" ryby do temperatury ciała perkoza dwuczubego jest 2,6 razy bardziej kosztowne w styczniu niż w październiku. Zapotrzebowanie pokarmowe perkozów dwuczubych na jeziorze IJsselmeer w sierpniu i we wrześniu było prawie 40% niższe niż w październiku (Dirksen i in. 1995). Wynika to ze zmniejszonego zapotrzebowania pokarmowego w okresie pierzenia się i sugeruje, że ptaki nurkują mniej ze względu na ochronę rosnących lotek. Do mniejszych ilości pokarmu pobieranych jesienią może się przyczyniać także wysoka frekwencja w okresie migracji ptaków młodocianych, o małym doświadczeniu w polowaniu. Takie wyjaśnienie zaproponowali m.in. Dirksen i in. (1995).

5.10. Wybiórczość pokarmowa kormorana w różnych siedliskach

Kormoran jest uważany za oportunistę pokarmowego, który żeruje na najliczniej występujących gatunkach w środowisku. Większość badań potwierdza odzwierciedlenie w pokarmie dostępności ryb w obszarach żerowania (Boldreghini i in. 1997, Carss i Marquiss 1997, Noordhuis i in. 1997, Van Eerden i Zijlstra 1997). Aktywna selekcja w stosunku do niektó-

http://rcin.org.pl

rych gatunków była podawana rzadziej. Badania na Zbiorniku Dobczyckim wykazały, że w czerwcu płoć jest liczniej reprezentowana w pokarmie kormoranów niż w zespole ryb, a w październiku stwierdzono wybiórczość w stosunku do okonia. Krąpia, którego małe stadia były liczne jesienią, znajdowano w pokarmie rzadziej. Może to być związane z tym, że płoć i okoń mają większy ciężar przy tej samej długości niż krąp. Kormorany są w stanie dostosować strategię do zmian w środowisku i dostępności ryb. Stempniewicz i in. (2003a) wykazał, że kormorany z kolonii w Kątach Rybackich żerują na najpospolitszych rybach występujących w Zalewie Wiślanym: jazgarzu (58,0-75,5%), płoci (5,3-12,0%), okoniu (3,5-6,9%). Jazgarz był jednak ponad dwukrotnie częstszy w pokarmie niż w zespole ryb. Płoć, okoń i leszcz były reprezentowane w pokarmie rzadziej niż w zespole. Sandacz i węgorz były na podobnym poziomie. Podobnie na płytkim jeziorze Ymsen (środkowa Szwecja) stwierdzono, że udział jazgarza, płoci i okonia w pokarmie kormoranów nie odzwierciedla udziału tych gatunków w zespole ryb. Udział jazgarza w pokarmie kormorana był znacznie wyższy, podczas gdy płoć i okoń były mniej liczne w pokarmie niż w zespole ryb w tym jeziorze, a leszcz i sandacz – nieliczne w pokarmie – były wyraźnie ignorowane przez żerujące kormorany (Engström i Jonsson 2003). Kormorany wybierały na tym jeziorze nieco większe jazgarze i okonie niż średnia długość tych ryb w zespole (Engström i Jonsson 2003). Skład pokarmu kormoranów na jeziorze Grand-Lieu (zachodnia Francja) uległ zmianie w odpowiedzi na eutrofizację środowiska i zmiany w strukturze populacji ryb (Carpentier i in. 2003). W latach 90-tych ubiegłego wieku nastąpiło zwiększenie udziału ryb karpiowatych w zespole. W pokarmie kormoranów znaleziono 15 gatunków ryb z dominacją ryb karpiowatych (leszcza, wzdręgi, płoci i lina), przy czym stwierdzono nasilenie presji w stosunku do leszcza. Sezonowe zmiany stwierdzono także w składzie pokarmu pod względem biomasy na jeziorach Wolderwijd i Veluwemeer w Holandii (Dirksen i in. 1995). Przed planami ograniczenia eutrofizacji w jeziorze Wolderwijd udział jazgarza w październiku był relatywnie niski (30%). Po jej zredukowaniu udział jazgarza zwiększył się z kilku procent w sierpniu do 73% w październiku. Wyłowienie większych ryb spowodowało, że nowa kohorta ryb 0+ miała bardzo dobre warunki do życia. Dotyczyło to zwłaszcza jazgarza, który jako gatunek szybko rozmnażający się zdominował zespół ryb.

Porównanie składu gatunkowego pokarmu kormorana z zespołem ryb na Zbiorniku Dobczyckim pokazało, że wyborczość pokarmowa kormorana wiąże się przede wszystkim z rozkładem długości poszczególnych gatunków ryb w zespole. W przypadku perkoza dwuczubego na jeziorze IJsselmeer w okresie od lipca do października stwierdzono wybiórczość w stosunku do stynki o rozmiarach większych niż 6,5 cm (Van Eerden i in. 1993). Aktywną wybiórczość traczy w Szwecji w stosunku do większych ryb stwierdził także Sjöberg (1988).

5.11. Strategia żerowania kormorana

Na większości jezior i rzek skład pokarmowy kormoranów w środkowej Europie jest podobny, z wyraźną dominacją płoci (60% pod względem ilości osobników i biomasy),

http://rcin.org.pl

po której na jeziorach następuje okoń, a na przegrodzonych rzekach kleń. Na rzekach skład pokarmu jest bardziej urozmaicony (Suter 1997a). Wyniki otrzymane w niniejszej pracy potwierdzają przeważający udział w pokarmie kormorana płoci i okonia na zbiornikach zaporowych, o ile nie znajdują się one w pobliżu stawów rybnych. Kormorany zazwyczaj odżywiają się najpospolitszymi, a tym samym najłatwiej dostępnymi gatunkami ryb. W większości polskich jezior o wysokiej trofii zasadnicza część biomasy ryb przypada na karpiowate i okoniowate (Prejs 1978). Spośród tych drugich w pokarmie kormorana znaczenie ma okoń i jazgarz. Okoń charakteryzuje się w młodym wieku występowaniem ławicowym i sposobem żerowania podobnym do płoci (Prejs 1988), co czyni z niego łatwą ofiarę. Jazgarz jest rybą osiągającą niewielkie rozmiary, przebywającą w stadach przy dnie. Liczebność leszcza, płoci oraz okonia zwiększa się od pewnego czasu w całej Europie (De Nie 1995). Poza tym płoć i okoń zwiększają w południowej Polsce zasięgi występowania (Kukuła 2003). Są one pospolite w wodach eutroficznych, odporne na zanieczyszczenia, wcześnie dojrzewające i łatwo się rozmnażające, przez to najłatwiej dostępne dla ptaków.

Zagęszczenie (dostępność) ryb jest jednym z najważniejszych kryteriów wyboru miejsca żerowania. Innym powodem ważności płoci i jazgarza czy młodocianych stadiów okonia i sandacza w pokarmie kormorana może być fakt skupiania się ich w stada na płyciznach (De Nie 1995). Kormoran, mimo, że jest zdolny do nurkowania na duże głębokości, prawdopodobnie preferuje żerowanie w litoralu lub sublitoralu w miejscach o małej głębokości, na co wskazują wyniki ze Zbiornika Dobczyckiego. Frekwencję danego gatunku ryby w pokarmie kormorana, poza jego zagęszczeniem czy ławicowym występowaniem, determinuje również kształt ciała. Kormoran preferuje płoć, gdyż ze względu na wydłużony kształt jest ona łatwa do połknięcia (Dirksen i in. 1995). Leszcz jest natomiast bardziej wygrzbiecony, co powoduje, że jest trudniejszy do połknięcia (De Nie 1995). Jazgarz może być atrakcyjny ze względu na to, że jest wolnym pływakiem i występuje w dużej liczebności (De Nie 1995). Węgorz także wolno pływa, a przy tym ma mały przekrój poprzeczny ciała, co umożliwia jego połknięcie nawet przy dużej długości całkowitej i ciężarze. Fakt, że zarówno kormorany karmiące pisklęta jak i ptaki nielęgowe zjadały mniejsze okonie niż płocie, mogło być spowodowane tym, że okonie posiadają ostre promienie płetw i zakończenia wieczek skrzelowych. W związku z tym kormorany być może unikają zranienia lub zadławienia się większymi osobnikami okoni. Kormoran jest zarówno oportunistą pokarmowym (wybiera gatunki, których udział jest największy) jak i generalistą (szerokie spektrum gatunków i rozmiarów ryb w pokarmie).

5.12. Struktura pokarmu dużych mew w różnych siedliskach w okresie lęgowym

Duża rozmaitość pokarmu dużych mew kompleksu *Larus argentatus-cachinnans-michahellis* odzwierciedla sezonowe i lokalne różnice w środowisku. Skład pokarmu pokazuje, że mewy białogłowe są oportunistami pokarmowymi penetrującymi różne

http://rcin.org.pl

środowiska. Żerują zarówno na lądzie, jak i nad wodą. Chociaż mewy białogłowe są zdolne do łapania ryb tylko tuż pod powierzchnią wody lub przy brzegu, ryby stanowiły największy udział w pokarmie w badanych koloniach. Wysoki udział ryb oraz niewielki udział odpadków, piskląt i jaj ptaków w pokarmie mew białogłowych gnieżdżących się na południu Polski świadczy o dużej dostępności ryb dla mew w warunkach zbiorników antropogenicznych i braku potrzeby szukania innych źródeł pokarmu. Pokarm dużych mew kompleksu *argentatus-cachinnans-michahellis* jest podobny. Ryby i odpady rybne stanowią główny pokarm mew srebrzystych gnieżdżących się na wybrzeżach Europy (Cramp i Simmons 1983). Na wyspie Maya w Szkocji ryby stanowiły 78% pokarmu zjadanego przez mewy srebrzyste (Cramp i Simmons 1983). Pokarm mew srebrzystych w północnej Walii składał się głównie z roślin oraz ryb – szczególnie młodych dorszy *Gadus morrhua* L. (Cramp i Simmons 1983). Pokarm mew romańskich również był badany w środowiskach morskich (Gonzáles-Solis i in. 1997a, Gonzáles-Solis i in. 1997b, Duhem i in. 2003a, Duhem i in. 2003b). Badania pokarmu tego gatunku na południowo-zachodnich wybrzeżach Morza Śródziemnego pokazały, że mewy żerowały głównie na odpadkach i na rybach (na przyłowie w czasie odłowów rybackich) (Gonzáles-Solis i in. 1997b). Nie zawsze jednak ryby dominują w pokarmie. Badania prowadzone w kolonii mew srebrzystych na Great Island w Kanadzie wykazały, że pokarm stanowiły głównie omułki *Mytilus edulis* (Linné), odpadki oraz nawałniki duże *Oceanodroma leucorhoa* (Vieillot) (Pierotti i Annett 1990). Dostępność zasobów pokarmu pochodzenia antropogenicznego może być ważna i wpływać na sukces lęgowy oraz przeżywalność piskląt, co stwierdzono w dwóch koloniach mew romańskich we Francji (Duhem i in. 2002). Badania mew romańskich z sześciu kolonii, mieszczących się w różnych odległościach od wysypisk śmieci, wykazały wyższy udział odpadków w pokarmie mew gnieżdżących się bliżej wysypisk (Duhem i in. 2003b). Na atlantyckich wybrzeżach północno-zachodniej Hiszpanii stwierdzono, że mewy romańskie zjadały przede wszystkim kraby *Polybius henslowii* Leach. Na małżach i skorupiakach żerowały mewy srebrzyste na południowo-wschodnich wybrzeżach Morza Północnego (Kubetzki i Garthe 2003).

Stosunkowo mało jest danych o składzie pokarmu dużych mew gnieżdżących się na śródlądziu. W wypluwkach mew srebrzystych żerujących na jeziorach południowej Szwecji stwierdzono wysoki udział ryb, a poza nimi owadów, skąposzczetów, piskląt kaczek, ptaków wróblowatych, drobnych ssaków, odpadków i ziaren zbóż, podobnie jak w badaniach na południu Polski. Wśród ryb stwierdzono występowanie głównie płoci, okonia i szczupaka (Cramp i Simmons 1983). Dieta mewy srebrzystej w kolonii w południowo-zachodniej Finlandii składała się głównie z ryb (70% wszystkich karmień) (Hillström i in. 1994). Ryby były najliczniej reprezentowanym rodzajem pokarmu w kolonii mew białogłowych na osadniku w Tarnowie (Skórka i in. 2005). Ryby były także najważniejszym składnikiem pokarmu mew srebrzystych w jeziorach Ontario, Erie, Huron i Superior (Kanada), w okresie od połowy kwietnia do połowy lipca (Fox i in. 1990). Analiza pokarmu mew srebrzystych na wyspie w dolnym biegu rze-

http://rcin.org.pl

ki Elbe w północnych Niemczech pokazała, że ryby stwierdzono w 79% wszystkich wypluwek, podczas gdy skorupiaki w 39%, a odpadki w 10%. W resztkach pokarmu innych niż wypluwki 46% stanowiły ryby, 19% jaja mew, 17% skorupiaki, 10% małe ptaki i 8% odpadki (Hüppop i Hüppop 1999). Analiza wypluwek mew romańskich w Belgii pokazała, że pokarm piskląt składał się z ryb i młodych królików (Vercruijsse i in. 2002). W Finlandii mewy srebrzyste zjadały głównie odpadki, chociaż niektóre osobniki specjalizowały się w zjadaniu młodych kaczek (Cramp i Simmons 1983). Mewy białogłowe w Delcie Dunaju w Rumunii również zjadały przede wszystkim ryby (Platteeuw i in. 2003).

Uzyskane wyniki pokazują, że mewy białogłowe były przede wszystkim ichtiofagami i szukały najbardziej optymalnych i dostępnych źródeł pokarmu. Podobnie mewy romańskie uważane są za ptaki rybożerne, nie będące oportunistami pokarmowymi (Malling Olsen i Larsson 2004). Pokarm dużych mew jest związany z bazą pokarmową żerowisk. Liczba stwierdzonych ryb w pokarmie w różnych koloniach lęgowych wynosiła od 6 do 14 (Tab. 15). Największa była w koloniach, w których mewy mogły żerować zarówno na rybach stagnofilnych jak i reofilnych. Na Zbiorniku Mietkowskim mewy białogłowe polowały głównie na płoć i karpia podobnie jak w innych miejscach w Polsce (Tab. 15). Wśród ryb przynoszonych do gniazd wysoki udział miał okoń. Gatunki występujące w pokarmie były prawdopodobnie liczne i pospolite w zbiorniku (zbiornik jest intensywnie zarybiany karpiem przez wędkarzy). Fakt, że okoń był licznie reprezentowaną rybą wśród przynoszonych do gniazd, ale w ogóle niestwierdzoną w wypluwkach może wskazywać, że nie jest on preferowanym pokarmem. Wysoki udział karpia w pokarmie mew gnieżdżących się na żwirowni w Jankowicach blisko stawów rybnych

Tabela 15. Liczba gatunków ryb oraz udział wybranych gatunków w pokarmie mewy białogłowej *Larus cachinnans* na różnych stanowiskach w okresie lęgowym.
Table 15. Number of fish species and numerical proportion of selected species in the diet of Caspian Gull *Larus cachinnans* in different sites during the breeding period.

Stanowisko Site	Liczba gat. ryb Number of fish species	Udział wybranych gatunków (%) Share of selected species (%)					Źródło Source
		Płoć Roach	Leszcz Bream	Karp Carp	Okoń Perch	Kleń Chub	
Żwirownia w Jankowicach Gravel pit in Jankowice	14	34,3	2,2	37,5	2,7	8,2	Gwiazda 2004
Osadnik w Tarnowie Sedymentation basin in Tarnów	*8	*7,2	*0,6	*65,9		*1,3	Skórka i in. 2005
Środkowa Wisła Middle Vistula	10	12,7		58,8		7,8	Gwiazda i in., dane niepubl. unpublish. data
Zbiornik Włocławski Włocławek Reservoir	6	55,8	14,0	7,0			Gwiazda i in., dane niepubl. unpublish. data

* - tylko w okresie wychowu piskląt
* - only in chick-rearing period

http://rcin.org.pl

może być wyjaśniony przez żerowanie głównie na stawach. Kolonia lęgowa znajdowała się w niewielkiej odległości (ok. 1500 m) od stawów. Wysokie zagęszczenie ryb i mała głębokość stawów (ok. 1,5 m) miały decydujący wpływ na relatywnie małe koszty polowania i wysokie prawdopodobieństwo sukcesu polowania. Względne zagęszczenie ryb jest tam ok. 10 razy wyższe niż w zbiorniku czy jeziorze, a poza tym ryby w stawach są jednowiekowe (wszystkie osobniki w odpowiedniej klasie wiekowej mogą potencjalnie stanowić zdobycz mew). Karp dominował także wśród ryb znalezionych przy gniazdach mew białogłowych gnieżdżących się na osadniku w Tarnowie w okresie lęgowym (21% ryb w okresie inkubacji i 66% ryb w okresie wychowu piskląt) (Skórka i in. 2005). Występowanie świnki i klenia czy brzanki w pokarmie wskazuje na żerowanie na rzece w pobliżu kolonii, gdyż gatunki te były stwierdzone w górnej Wiśle (Jelonek i Żurek 2006). Dominacja płoci w pokarmie i wysoki udział gatunków reofilnych w 2001 r. miał prawdopodobnie związek z pracami hydrotechnicznymi na Wiśle w pobliżu żwirowni, na której usytuowana była kolonia. W ich wyniku koryto rzeki w tym miejscu zostało całkowicie zmienione, powstały płycizny i łachy, a lokalnie wzrosła mętność wody. Mewy wykorzystały zmianę charakteru siedliska żerując na łatwo dostępnych rybach. Wysoki udział karasia srebrzystego w pokarmie mew gnieżdżących się na żwirowni może być wyjaśniony obecnością tego gatunku w ichtiofaunie górnej Wisły (Jelonek i Żurek 2006), a także w samej żwirowni. Na Zbiorniku Włocławskim pokarm mew był silnie zdominowany przez płoć (Robert Gwiazda, Grzegorz Neubauer, Magdalena Zagalska-Neubauer, dane niepubl.). Płoć i okoń były najliczniejszymi gatunkami ryb w litoralu tego zbiornika, gdzie stanowiły 55% ichtiofauny (na podstawie odłowów agregatowych) (Wiśniewolski i in. 2001). Na Zbiorniku Włocławskim udział odpadków w pokarmie dużych mew był wyraźnie wyższy niż na środkowej Wiśle czy żwirowni k. Zatora (R. Gwiazda, G. Neubauer, M. Zagalska-Neubauer, dane niepubl.). Porównanie struktury ichtiofauny i ryb w pokarmie wskazuje, że mewy cechuje wybiórczość siedliskowa i pokarmowa. Mewy szukały „łatwego" pokarmu w różnych środowiskach wokół kolonii.

5.13. Wielkość ryb w pokarmie dużych mew

Dane dotyczące wielkości chwytanych ryb przez duże mewy są bardzo nieliczne (Gwiazda 2004, Skórka i in. 2005). Wyniki badań pokazały, że łapane ryby były stosunkowo dużych rozmiarów. Średnia długość ciała ryb (bez ogona) przynoszonych przez mewy białogłowe do gniazd na terenie osadnika Zakładów Azotowych w Tarnowie wynosiła 16,1 cm (Skórka i in. 2005). Porównanie pokarmu mew białogłowych i kormoranów pokazało, że w dolinie górnej Wisły ptaki te polują na ryby podobnej wielkości: większość ofiar mierzyło 14-26 cm długości całkowitej (Gwiazda 2004). Mewy nie mogą nurkować, więc ryby muszą się znajdować w powierzchniowej warstwie wody, ale mogą one odbierać także zdobycz innym ptakom. Ryby większych rozmiarów mogły być odbierane kormoranom czy czaplom. W przypadku badanych kolonii mewy nie mogły opierać się na kleptoparazytyźmie, gdyż w okresie ich lęgów (kwiecień-czer-

http://rcin.org.pl

wiec) liczebność kormoranów i czapli siwych była mała, a w pobliżu nie było kolonii wyżej wymienionych gatunków (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Na stawach w Spytkowicach, położonych w pobliżu badanej kolonii mew białogłowych, większe liczebności kormorana obserwowano jesienią, zaś w maju i czerwcu ten gatunek był nieliczny (Wiehle 2002). Schwytanie tak dużych ryb jak świnka o długości całkowitej 38 i 47 cm przez mewy wydaje się niemożliwe, ponieważ są one zbyt ciężkie (ważą więcej niż mewy). Wyjaśnieniem obecności świnki w pokarmie mewy białogłowej może być żerowanie na martwych rybach znalezionych na brzegu lub w miejscach wędkowania. Takie zachowanie było obserwowane na Wiśle, gdzie mewy gromadziły się w miejscu występowania padliny i żerowały na niej (Dariusz Bukacinski, inf. ustna). Świnka należy do ryb atrakcyjnych wędkarsko w rzekach podgórskich południowej Polski. Powszechną praktyką jest patroszenie i odcinanie głowy ryb na brzegu natychmiast po złowieniu dla zachowania wysokiej jakości ryb. Pozostawione odpadki mogą być dostępne dla mew. Mewy są jednak zdolne do przynoszenia bardzo ciężkich ryb do gniazda. W kolonii mew białogłowych w Tarnowie (południowa Polska) przy gnieździe znaleziono brzanę o długości całkowitej pomiędzy 40-50 cm (Jacek Betleja i Marcin Faber, inf. ustna). W jaki sposób mewy zdobyły tak dużą rybę nie wiadomo, ale prawdopodobnie nie upolowały jej, gdyż brzana występuje w rzekach i należy do ryb o dużej sile. Większość łapanych ryb przez mewy było mniejszych niż 22 cm długości całkowitej.

5.14. Sezonowe zmiany w składzie pokarmu dużych mew

Mewy białogłowe na Zbiorniku Mietkowskim i żwirowni w Jankowicach były przede wszystkim ichtiofagami. Badania wybiórczości pokarmowej mew srebrzystych w okresie przed składaniem jaj i w okresie inkubacji w Nowej Funlandii pokazały, że 75-80% ptaków było specjalistami, a 20-25% oportunistami pokarmowymi (Pierrotti i Annett 1991). Skład pokarmu może zmieniać się w sezonie (Annett i Pierotti 1989, Pierotti i Annett 1990, 1991). Zwiększenie udziału ryb w pokarmie mew białogłowych w okresie wychowu piskląt, który stwierdzono na żwirowni w Jankowicach, potwierdzają także inne badania. Udział ryb wzrósł z 52,7% w okresie inkubacji do 81,6% w okresie wychowu piskląt w kolonii mew białogłowych na osadniku w Tarnowie (Skórka i in. 2005). W dwóch koloniach mew południowych *Larus dominicanus* Licht. w Patagonii stwierdzono, że w okresie przedlęgowym i inkubacji przeważały w pokarmie morskie bezkręgowce, a w okresie wychowu piskląt ryby (Bertellotti i Yorio 1999). Odpadki i ryby były też głównym pokarmem mew zachodnich *Larus occidentalis* Audubon na wyspie Alcatraz (Kalifornia, USA), przy czym udział odpadków spadał, a ryb wzrastał trakcie sezonu lęgowego (Annett i Pierotti 1989). Na żwirowni w Jankowicach nie stwierdzono tego zjawiska, gdyż dostępność ryb była wysoka. W Finlandii pisklęta były karmione rybami (częściowo z przyłowu). Odpadki mięsne i ryby są pokarmem o podobnej kaloryczności, ale odpadki prawdopodobnie zawierają duże ilości tłuszczu, zaś małe ryby są pokarmem wysoce białkowym, potrzebnym pisklętom do wzrostu i budo-

http://rcin.org.pl

wy tkanek ciała. Wybór pokarmu w okresie składania jaj i inkubacji może być związany z zapotrzebowaniem na pokarm o dużej wartości energetycznej (Pierotti i Annett 1990). W wielu miejscach stwierdzono różnice w składzie pokarmu mew srebrzystych mających pisklęta i bez nich. Pokarm par mew srebrzystych z sukcesem reprodukcyjnym różnił się od par bez sukcesu (Bukacińska i in. 1996). Te pierwsze zjadały więcej ryb i piskląt mew – pokarmu o dużej zawartości białka.

5.15. Strategia żerowania dużych mew

Mewy należą do generalistów pokarmowych (szerokie spektrum pokarmu) (Pierotti i Annett 1990). Skład pokarmowy dużych mew jest bardzo zróżnicowany i zależy od siedliska. Dostępność i obfitość źródeł pokarmu wydają się być najważniejszymi kryteriami wyboru żerowiska i rodzaju pokarmu, przy czym mewy wykazują dużą „elastyczność" w wyborze miejsca żerowania. W zależności od warunków mogą żerować np. na wysypiskach śmieci, na polach czy na stawach rybnych. Stwierdzono, że mewy wykazują także wysoki stopień osobniczych specjalizacji pokarmowych (Pierotti i Annett 1990, 1991). Według Pierotti i Annett (1990) dostępność ryb można przewidywać w mniejszym stopniu niż dostępność innych rodzajów pożywienia (małże, odpadki). W okresie wychowu piskląt mewy często przestawiają dietę na ryby, ze względu na ich wysoką wartość odżywczą (Spaans 1971, Annett i Pierotti 1989). Duże mewy polują na najłatwiej dostępne gatunki ryb, stosunkowo dużych rozmiarów. Hodowla karpia w południowej Polsce może być kluczowym czynnikiem wysokiego sukcesu rozrodczego mew białogłowych i kolonizacji przez ten gatunek nowych terenów (Skórka i in. 2005).

5.16. Skład pokarmu czapli siwej w różnych siedliskach w okresie lęgowym

Pokarm czapli stanowią głównie ryby, drobne ssaki, owady, płazy i gady. W pokarmie rzadziej spotyka się skorupiaki, mięczaki, skąposzczety, ptaki i materiał roślinny. Udział poszczególnych taksonów w diecie jest odmienny w różnych siedliskach i sezonach (Cramp i Simmons 1977, Voisin 1991, Del Hoyo i in. 1992). Zazwyczaj najwyższy udział w pokarmie mają ryby (płocie, karasie, karpie, liny, okonie). Wypluwki czapli zawierają niestrawione szczątki pokarmowe, takie jak pancerzyki chitynowe owadów, pióra ptaków i sierść ssaków. Kości, jak również otolity, są praktycznie całkowicie trawione, gdyż czaple posiadają bardzo efektywny układ pokarmowy (Draulans i in. 1987). Analiza wypluwek pozwala więc na stwierdzenie obecności innych składników pokarmowych niż ryby, które analizowane mogą być w pokarmie wykrztuszonym. Badania wypluwek pozwalają na ocenę względnych proporcji owadów, ptaków i ssaków, ewentualnie skorupiaków lub innych kręgowców (Milstein i in. 1970). Liczba wypluwek wydaje się być dobrym wskaźnikiem udziału ssaków w diecie czapli z danego rejonu (Draulans i in. 1987). Przy łatwo dostępnych rybach inne ofiary są rzadziej konsumowane i liczba wyprodukowanych wypluwek spada. Niska liczebność wypluwek znajdowanych w kolonii czapli na Zbiorniku

http://rcin.org.pl

Dobczyckim świadczy o relatywnie łatwym pozyskiwaniu ryb. Udział sierści we wszystkich wypluwkach, przy niewielkiej zawartości szczątków kostnych ssaków, wskazuje na zasadność analiz włosów celem oznaczeń gatunkowych. Wśród ssaków w diecie czapli przeważają gryzonie, takie jak karczownik ziemnowodny czy norniki *Microtus* sp. oraz ssaki owadożerne, takie jak kret czy rzęsorki *Neomys* (Cramp i Simmons 1977). Stwierdzono, że na Zbiorniku Dobczyckim czaple polowały na norniki. Wypluwki czapli w trzech koloniach lęgowych w północnej Polsce (Mosty, Kiersity, Kąty Rybackie) zawierały głównie karczownika ziemnowodnego i norniki (Jakubas i Mioduszewska 2005). W belgijskich czaplińcach szczątki karczownika odnotowano w 70% wypluwek. Na dalszych pozycjach plasowały się zębiełki *Crocidura* sp. i norniki (Draulans i in. 1987). Karczownika stwierdzano także w pokarmie czapli z kolonii w Anglii (Owen 1955). Czaple wydają się sprawnie polować na krety (Draulans i in. 1987). W niektórych rejonach ssaki mogą być podstawowym pokarmem czapli (Demetiev i Gladkov 1951). Owady znajdujące się w wypluwkach można podzielić na trzy grupy (Draulans i in. 1987): (1) właściwy pokarm czapli pobrany aktywnie, (2) gatunki, które biorąc pod uwagę ich wielkość mogły być zjedzone przez ryby bądź drobne ssaki, które później stały się pokarmem czapli (stosunkowo małe o długości <1 cm) oraz (3) dostające się do wypluwek po znalezieniu się na ziemi (koprofagiczne i saprofityczne grupy jak np. *Scarabidae*). Większość znalezionych szczątków owadów w pokarmie czapli była zachowana w dobrym stanie, co sugeruje, że nie zostały zjedzone przez ryby czy ssaki owadożerne. Stąd wniosek, że były one bezpośrednim pokarmem czapli. Analiza wypluwek w trzech czaplińcach w północnej Polsce wykazała głównie pływaka (*Dytiscus marginalia* L.) (Jakubas i Mioduszewska 2005). Sposób i miejsca żerowania czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim sugerują, że w diecie powinny dominować owady wodne. Stwierdzono jednak duży udział typowo lądowych chrząszczy, przede wszystkim z rodziny biegaczowatych. Wskazuje to, że czaple zdobywały również pokarm w środowisku lądowym. Ryby były znajdowane w wypluwkach sporadycznie. W wypluwkach z czaplińców belgijskich kości ryb stwierdzano rzadko (Draulans i in. 1987). Równie rzadko odnajdywano w wypluwkach płazy. W wielu pracach nie odnotowano tego rodzaju pokarmu w ogóle. Ich brak mógł wynikać z szybkiego strawienia szkieletu, który w dużej części jest chrzęstny. Nie stwierdzono szczątków ptaków, które czasem mogą stanowić znaczną część pokarmu (Marquiss i Leitch 1990).

Ryby stanowią najważniejszy komponent wagowy w diecie czapli siwej (Cramp i Simmons 1977). Stwierdzono to również na Zbiorniku Dobczyckim, gdzie udział wyksztuszonych płazów i ssaków był bardzo mały. W pięciu brytyjskich koloniach czapli siwej ryby stanowiły 61% pokarmu, ssaki 9,5%, a owady 8,5% (Bauer i Glutz von Blotzheim 1966). W trzech koloniach czapli siwych w północnej Polsce (Mosty, Kiersity, Kąty Rybackie) ryby stanowiły 95% wykrztuszonych ofiar (Jakubas i Mioduszewska 2005). W różnych miejscach i latach czaple żerowały na różnych gatunkach ryb. Płoć miała największy udział pod względem liczebności wśród dużych ofiar, mających ponad 15 cm długości (głównie ryb) w koloniach Wytham i Buscot w południowej Anglii (Owen 1955) (Tab. 16). Wśród małych ofiar (<15 cm długości) najliczniej

http://rcin.org.pl

Tabela 16. Liczba gatunków ryb oraz udział wybranych gatunków w pokarmie czapli siwej *Ardea cinerea* na podstawie analizy wypluwek na różnych stanowiskach w okresie lęgowym.
Table 16. Number of fish species and numerical proportion of selected species in the diet of Grey Heron *Ardea cinerea* in different sites during the breeding period.

Stanowisko Site	Liczba gat. ryb Number of fish species	Udział wybranych gatunków (%) Share of selected species (%)					Źródło Source
		Płoć Roach	Jazgarz Ruffe	Okoń Perch	Węgorz Eel	Sumik Catfish	
Rzeka Tamiza, Wytham Thames River, Wytham	13	*52					Owen (1955)
Rzeka Tamiza, Buscot Thames River, Buscot	12	*47					Owen (1955)
Rzeka Tamiza, High Halstow Thames River, High Halstow	10				*63		Owen (1955)
Jez. Loch Lomond (1978) Loch Lomond Lake(1978)	8	65					Adams i Mitchel (1995)
Jez. Loch Lomond (1990) Loch Lomond Lake (1990)	11	5	60				Adams i Mitchel (1995)
Jez. Loch Leven Loch Leven Lake	5			27	3		Marquiss i Leitch (1990)
Jez. Grand-Lieu Grand-Lieu Lake	7				28	46	Feunteun i Marion (1994)

* - tylko wśród ofiar >15 cm.
* - only includes prey >15 cm.

występował ciernik w pierwszej kolonii i strzebla potokowa w drugiej (Owen 1955). W kolonii High Haltsow (południowa Anglia) natomiast w pokarmie dominował węgorz, a na jeziorze Loch Leven w Szkocji – okoń (Marquiss i Leitch 1990) (Tab. 16). Prawie wszystkie gatunki ryb znalezione w pokarmie czapli na Zbiorniku Dobczyckim mogły zostać schwytane w litoralu zbiornika. Wyjątek stanowiły brzanka i kiełb, które występują tylko w środowiskach lotycznych w rzece Rabie powyżej ujścia do zbiornika i być może karp. Był on stwierdzany w zbiorniku w niewielkiej liczbie, ale wydaje się bardziej prawdopodobne, że gatunek ten pochodził z małych stawków zarybianych przez wędkarzy, położonych w pobliżu cofki zbiornika. Płoć i okoń licznie występowały w pokarmie czapli na Zbiorniku Dobczyckim, a także w zespole ryb. Wysoki udział sandacza w pokarmie w 2002 r. wynikał z względnie dużej liczebności młodocianych stadiów tego gatunku (5-7 cm długości całkowitej) w początkach lipca. Niższy udział płoci, a wyższy okonia w pokarmie w porównaniu do zespołu ryb pokazuje, że gatunki te nie były wybierane przypadkowo. W Szkocji nad jeziorem Loch Lomond udział jazgarza w diecie czapli wynosił 61% (Adams i Mitchel 1995). Feunteun i Marion (1994) podali, że pomijając niedostępne i małe gatunki ryb, skład pokarmu czapli siwej był podobny do składu zespołu ryb w jeziorze Grand-Lieu we Francji. Sumik *Ictalurus melas* (Rafinesque) był najczęściej chwytaną rybą przez czaple; drugie miejsce zajmował

http://rcin.org.pl

węgorz (tak pod względem liczebności jak i biomasy). Nie stwierdzono w pokarmie małych gatunków, takich jak ciernik, pomimo, że licznie występowały w środowisku. Czaple gnieżdżące się w pobliżu Gdyni i żerujące w Zatoce Puckiej zjadały głównie babkę byczą, która jest licznym składnikiem zespołów ryb (Jakubas 2004).

Zmiany w strukturze gatunkowej ryb w pokarmie czapli na Zbiorniku Dobczyckim mogą wynikać ze zmian w strukturze gatunkowej zespołu ryb. Liczebności i struktura zespołów ryb wykazują dużą zmienność ze względu na to, że ryby są r-strategami. Zmiany w pokarmie czapli siwej (znaczny wzrost udziału raka luizjańskiego *Procamburus clarkii* Girard) w wyniku zmian fauny w środowisku stwierdzono w środkowo-zachodniej Hiszpanii (Peris i in. 1994). Jazgarz pojawił się w jeziorze Loch Lomond w Szkocji w 1982 r., a w 1990 r. stał się najpospolitszym gatunkiem w diecie czapli. Jednocześnie spadł znacząco udział płoci (Tab. 16). Adams i Mitchel (1995) sugerują, że zmniejszona presja czapli na płocie nie wynikała z ograniczenia jej dostępności, ale była reakcją na pojawienie się jazgarza – najobfitszego źródła pokarmu – w środowisku. Różnica struktury ryb mierzących ponad 8 cm w pokarmie czapli i w litoralu zbiornika prawdopodobnie wynika z tego, że większe ryby są rzadkie w przybrzeżnych środowiskach i tylko niektóre zostają złapane przez czaple. Główną różnicą wydaje się być udział ryb reofilnych, takich jak kleń i brzanka. Duży kleń może być dostępny dla czapli, gdyż penetruje bardzo płytkie miejsca w zbiorniku w poszukiwaniu narybku i młodocianych ryb. Jednakże obydwa te gatunki mogły być łapane w rzece Rabie powyżej zbiornika, gdzie większość siedlisk jest płytka i dostępna dla czapli.

5.17. Wielkość ryb w pokarmie czapli siwej

Czapla siwa zjada ryby zwykle o długości całkowitej 10-25 cm, ale zdarzają się także ryby mierzące ponad 40 cm (Del Hoyo i in. 1992), a węgorze o długości nawet 60 cm (Owen 1955, Cramp i Simmons 1977). Fasola (1994) podał, że czapla siwa w południowej Europie wybierała ofiary o ciężarze w zakresie 0,01-82 (126) g suchej masy. Przyjmując zawartość wody w ciele ryby na 75%, ciężar ryb przeliczony na mokrą masę wahał się od 0,04 do 328 (504) g. Zakres wielkości ryb zjadanych na Zbiorniku Dobczyckim (4,2-33,2 cm długości całkowitej) był podobny jak w koloniach w Wielkiej Brytanii (4,2-26,5 cm długości całkowitej) badanych przez Owen (1955), ale większość zjadanych ryb była średnich rozmiarów (zakres: 6,2-12,0 cm). W kolonii Wytham (południowa Anglia) najczęściej były zjadane ryby o długości 10–16 cm (Owen 1955). Także w zatoce Arcachon (południowo-zachodnia Francja) mniejsze i średniej wielkości ryby (12-25 cm) (głównie węgorze) były zjadane częściej przez czaple od maja do czerwca niż od marca do kwietnia (Lekuona 1999). Prawdopodobnie wiązało się to z trudnością w połykaniu większych ryb przez mniejsze pisklęta, którym przynoszono pokarm do maja do czerwca. Podobnie lęgowe czaple purpurowe w północnej Hiszpanii miały więcej w pokarmie mniejszych ryb (<12,5 cm) w czerwcu (Campos i Lekuona 1997). Moser (1986) stwierdził, że w Camargue (południowa Francja) pisklęta czapli siwej poniżej 20 dni miały w pokarmie karpie

http://rcin.org.pl

o średniej długości 12 cm, a pisklęta starsze o średniej długości 21 cm. Wyraźnie mniejsze ryby stwierdzono w pokarmie czapli na Zbiorniku Dobczyckim w 2002 r. i 2005 r. W pierwszym roku były to młodociane stadia płoci, a w drugim jazgarze, które są rybami o stosunkowo małych rozmiarach ciała. Prawie wszystkie ryby występujące w litoralu Zbiornika Dobczyckiego mogą osiągać 30 cm długości całkowitej lub więcej. Wyjątkiem jest jazgarz, którego długość całkowita nie przekracza 15 cm.

5.18. Wybiórczość pokarmowa czapli siwej

Rozmieszczenie żerujących czapli siwych w okresie lęgowym jest określona stosunkiem kosztów i korzyści na żerowisku (Van Vessem i Draulans 1987). Na Zbiorniku Dobczyckim czaple najliczniej żerowały w cofce zbiornika pomimo najniższego zagęszczenia ryb w tamtym rejonie. Jelonek i Godlewska (2000) wykazali, że zagęszczenie ryb było 4–10 razy większe w Zatoce Wolnicy niż w innych częściach zbiornika. Efektywność żerowania może być niższa, ale bardziej przewidywalna w cofce zbiornika, ze względu na niski współczynnik zmienności zespołu ryb. Różnice w CPUE wynikają z różnych warunków środowiskowych w badanych obszarach żerowiskowych czapli. Płytki i dobrze porośnięty makrofitami litoral Zatoki Wolnicy oferował najlepsze warunki do tarła ryb i dla młodocianych stadiów ryb. Ubogi psammolitoral i bardziej oligotroficzne warunki w Basenie Dobczyckim były znacznie mniej korzystne dla ryb. Cofka zbiornika jest bogata w nutrienty, ale względnie mętna przez zawieszoną materię organiczną i uboga w plankton, bardzo ważny składnik pokarmu ryb, szczególnie dla młodych stadiów rozwojowych. Badania czapli siwej w litoralu jezior przymorskich w Szkocji wykazały natomiast, że dorosłe ptaki żerowały w obszarach o większym bogactwie gatunkowym i liczebności ryb (Carss i Elston 2003). Zagęszczenie ryb nie musi być głównym czynnikiem determinującym wybór żerowiska przez czaple. Lane i Fujioka (1998) nie stwierdzili różnic w liczebności czapli siwych na dwóch polach ryżowych w środkowej Japonii użytkowanych różnymi metodami, pomimo różnicy w zagęszczeniu i biomasie organizmów mogących być pokarmem czapli. Mała liczebność ryb o długości całkowitej powyżej 10 cm w obydwu miejscach powodowała, że żadne nie było dobrym środowiskiem dla żerowania czapli.

Fakt, że większe ryby były częściej znajdowane w pokarmie czapli niż w litoralu Zbiornika Dobczyckiego można wyjaśnić preferencją w stosunku do większych ofiar. Nawet w sytuacji dużego zagęszczenia małych ryb i małych kosztów polowania (Voisin 1991) czaple prawdopodobnie nie atakują każdej małej ryby, ale czekają na większe. Feunteun i Marion (1994) uważali, że wielkość ofiary odgrywa najważniejszą rolę w jej wyborze. Stwierdzili oni preferencję czapli w stosunku do większych osobników sumików (18–34 cm) na jeziorze Grand-Lieu (zachodnia Francja). Czapla siwa wybierała też większe osobniki *Gambusia affinis* (Baird & Girard) (Britton i Moser 1982). W warunkach eksperymentalnych schwytane czaple zjadały prawie wyłącznie samice Gambusia, które są znacznie większe niż samce, nawet w sytuacji przewagi liczebnej samców. Wyższy udział

http://rcin.org.pl

większych ryb w zespole ryb w cofce zbiornika prawdopodobnie powodował, że ten obszar był lepszym żerowiskiem dla czapli. Inne wyniki uzyskali Campos i Lekuona (2000), którzy badali zysk czapli purpurowej w dolinie Ebro w Hiszpanii liczony jako iloraz biomasy ryby i czasu jej obracania w dziobie w zależności od wielkości schwytanej ryby. Zysk ten był wyższy dla mniejszych ryb (<12,5 cm długości), dlatego czaple purpurowe wykazywały wobec nich wybiórczość. Na Zbiorniku Dobczyckim większość zjadanych ryb była mniejsza. Sugeruje to żerowanie na najlepszych ofiarach w relacji zysk-koszt, żerowanie na rybach najlepszych dla piskląt oraz będących w najwyższym zagęszczeniu.

5.19. Strategia żerowania czapli siwej

Czaple zdobywają pokarm na lądzie bądź w płytkiej wodzie wolno się przemieszczając lub wypatrując ofiar stojąc nieruchomo. Efektywność żerowania zależy przede wszystkim od dostępności pokarmu. Czaple nadobne *Egretta garzetta* (L.) w Camargue we Francji żerowały o świcie w grupach na niewielkich zbiornikach wodnych. W godzinach porannych indywidualny sukces polowania malał wraz z wielkością grupy. Prowadziło to do przenoszenia się ptaków na okoliczne żerowiska. W ciągu dnia ptaki rozlatywały się na dużym obszarze i polowały pojedynczo. Ptaki zachowywały się tak każdego dnia, ponieważ nocą obniżała się zawartość tlenu w wodzie w wyniku oddychania makrofitów. Zmuszało to ryby do koncentracji w obszarach niezarośniętych przy powierzchni wody. Po wschodzie słońca poziom tlenu wzrastał i umożliwiał rybom powrót do obszarów gęsto zarośniętych (Dugan i in. 1986, Kersten i in. 1991, Hafner i in. 1993, Hafner 1997).

Czas manipulacji schwytaną rybą celem ustawienia jej głową w kierunku otworu gębowego ptaka rybożernego (handling time) wzrasta wraz z rozmiarami ofiary. Ważnym czynnikiem mającym wpływ na zysk z polowania mogą być cechy morfologiczne ryb. Na przykład badania czapli siwych gnieżdżących się w Camargue (południowa Francja) wykazały, że najwyższy zysk dawał karp, a najniższy sumik (Moser 1986). Okoń posiada ostre promienie płetw grzbietowych mogące stanowić ryzyko skaleczenia lub udławienia przez ptaki rybożerne. Forbes (1989) stwierdził, że perkozy i czaple dłużej manipulowały w dziobie rybami posiadającymi kolce niż tymi, które ich nie posiadały. W przypadku rybołowa, który nie połyka całych ryb, ale je porcjuje, takiej zależności nie stwierdzono. Przy rybach małych rozmiarów czas potrzebny na tę operację jest krótki, ale w przypadku ryb większych może być długi. Czas manipulacji był bardzo mały dla ryb <12,5 cm długości w stosunku do większych ryb (zwłaszcza powyżej 25 cm długości) dla lęgowych czapli purpurowych w dolinie Ebro (Hiszpania) (Campos i Lekuona 2000).

5.20. Wpływ przejrzystości i temperatury wody na żerowanie i skład pokarmu ptaków rybożernych

Ptaki rybożerne poszukując pokarmu kierują się wzrokiem. W związku z tym przejrzystość wody i zagęszczenie ryb ma duże znaczenie w detekcji i wyborze ofiary. Niższa

http://rcin.org.pl

widzialność oraz względna liczebność ryb powoduje, że wzrasta czas potrzebny do zlokalizowania i wyboru ryby, a co za tym idzie rosną koszty energetyczne polowania. Również temperatura wody wydaje się być ważnym czynnikiem wpływającym na polowanie ptaków rybożernych, gdyż aktywność ryb związana jest z temperaturą otoczenia.

Perkozy są ptakami nurkującymi polującymi przed wszystkim indywidualnie. Nurkowania perkoza dwuczubego trwają zwykle krócej niż 30 sek. (Cramp i Simmons 1977). Średni czas nurkowań perkozów dwuczubych różnił się w zależności od miejsca. Wynosił on 17,7 sek. na płytkich stawach w Belgii (Ulenaers i in. 1992), a 29,0 sek. na głębokim (30 m) jeziorze (Mayr C. za Ulenaers i in. (1992)). W Anglii określono go na 26,0 sek. (Harrisson i Hollom 1932), a w Czechach na 24,0 sek. (Hanzák 1952). Średni czas nurkowań koreluje np. z głębokością, ale nie jest on dobrym wskaźnikiem zagęszczenia ryb, jak to sugerował Lammi i Ulfvens (1988) dla perkoza dwuczubego i Ulfvens (1988) dla perkoza rogatego. Poza tym wpływ na czas nurkowania ma sukces polowania. Ulenaers i in. (1992) podali, że nurkowania zakończone sukcesem trwały dłużej niż te bez sukcesu. Udział nurkowań z sukcesem wzrasta ze spadkiem wielkości ryb.

Przy niższej przejrzystości wody czas nurkowań był wyraźnie dłuższy. Żerowanie w wodzie o niższej przejrzystości jest dla ptaków nurkujących utrudnione ze względu na mniejsze pole (półsfera o promieniu równym przejrzystości wody), w którym ryba może zostać dostrzeżona (Ericsson 1985). Przy lepszej widoczności (większa przejrzystość wody) perkoz był w stanie szybciej zlokalizować i wybrać optymalną ofiarę. Wynoszenie na powierzchnię statystycznie mniejszych ryb przy większej przejrzystości wody może wynikać z preferencji w stosunku do takich ryb. Przy mniejszej przejrzystości wody perkoz miał mniejszy wybór.

Nie stwierdzono związku pomiędzy przejrzystością wody, a wielkością i strukturą gatunkową zjadanych ryb przez kormorana na Zbiorniku Dobczyckim. Czynnik ten w takim zakresie w jakim występuje na Zbiorniku Dobczyckim, może nie mieć wpływu na wybiórczość pokarmową ptaków rybożernych. W sytuacji wysokiej mętności wody ten wpływ występuje, co stwierdzili dla kormorana w warunkach eksperymentalnych Strod i in. (2004). Hofer za Cramp i Simmons (1977) nie znalazł korelacji pomiędzy przejrzystością wody a głębokością nurkowania. Ericsson (1985) przedstawił model detekcji ryb przez ptaki nurkujące w zależności od zagęszczenia ryb i przejrzystości wody. Spadek przejrzystości wody może być kompensowany przez wzrost zagęszczenia ryb. W ciągu dnia ryby mają tendencję do grupowania się w głębszej warstwie wody, gdzie ilość dochodzącego światła jest mała (<1% w porównaniu do powierzchni wody). W sytuacji dużej mętności wody kormorany na jeziorze IJsselmeer w Holandii stosowały taktykę polegającą na przepłoszeniu ryb poprzez głębokie nurkowanie ze strefy afotycznej do strefy fotycznej, gdzie mogły zostać zobaczone i złapane (Van Eerden i Voslamber 1995).

Temperatura wody ma zasadniczy wpływ na aktywność i prędkość pływania (ucieczki) ryb. Natomiast prędkość pływania ptaków nurkujących (oraz efektywność polowania) nie zależy od temperatury wody. Przy wyższej temperaturze wody ryby są zdolne do osiągania większych prędkości, w związku z czym koszty polowania ptaków nurkujących

http://rcin.org.pl

rosną. Mogą je minimalizować polując na mniejsze ryby. Energetycznie optymalna prędkość pływania polujących gromadnie kormoranów na jeziorze IJsselmeer (Holandia) wynosiła 0,6 m s^{-1} (Van Eerden i Voslamber 1995). Jest to maksymalna prędkość jaką mogą osiągać ryby o długości 5 cm w temperaturze 20°C. Maksymalna prędkość ryb o długości 20 cm jest czterokrotnie wyższa przy tej samej temperaturze (Van Eerden i Voslamber 1995). Podczas odpoczynku na wodzie (Pr) moc kormorana wynosi 14,1 W kg^{-1}, a zapotrzebowanie mocy podczas nurkowania przy prędkości (v) może być obliczone jako $Ps = 3,6v^3-12,2v^2+21,5+Pr$ (Schmid i in. 1995). Podczas nurkowania z małą prędkością (0,6 m s^{-1}) kormoran wymaga mocy obliczonej na 23,4 W kg^{-1}, a z dużą prędkością (2,4 m s^{-1}) tylko dwa razy większej (47,8 W kg^{-1}). Natomiast korzyść z chwytania większych ryb jest znacznie większa, gdyż np. płoć o długości 5 cm waży zaledwie 1 g, a o długości 20 cm aż ok. 85 g. Korzystniej jest więc polować na większe ryby.

Średnia temperatura słupa wody pelagialu Zbiornika Dobczyckiego wynosiła latem 15,0-18,6°C w zależności od roku, a jesienią była znacznie niższa (10,7-13,7°C) (Mazurkiewicz-Boroń 2002). Koszty nurkowania w chłodniejszej wodzie dodatkowo rosną. Przy 20°C kormoran potrzebuje o 20% mniej pokarmu (4,2 g min^{-1} nurkowania dla samców, 3,5 dla samic) niż przy 10°C (5 g dla samców i 3,8 dla samic). Dlatego kormorany prawdopodobnie minimalizują czas żerowania i nurkowania z większą prędkością w wodzie o niskiej temperaturze (Grémillet i Wilson 1999).

Statystycznie istotna zależność pomiędzy długością ryb w pokarmie kormorana a temperaturą wody Zbiornika Dobczyckiego stwierdzona w 2004 r. mogła wynikać ze struktury wielkościowej zespołu ryb w danym roku. Na Zbiorniku Dobczyckim kormorany zaczęły żerować na mniejszych (wolniej pływających) rybach w sierpniu 2002 r., kiedy temperatura wody jest najwyższa (Mazurkiewicz-Boroń 2000) i co umożliwia rybom osiąganie większej prędkości ucieczki przed drapieżnikiem. W 2004 r. przesunięcie preferencji w kierunku mniejszych ryb nastąpiło dopiero w listopadzie, gdy temperatura wody jest już wyraźnie niższa. Prawdopodobnie ważniejszym czynnikiem jest więc zagęszczenie potencjalnych ofiar, a nie sama temperatura wody. W zależności od prawdopodobieństwa napotkania ryb różnych wielkości w środowisku, kormoran żeruje na rybach dających największy profit przy mniejszych kosztach własnych (Van Eerden i Voslamber 1995). Rozwój osobniczy ryb następuje tak szybko, że jesienią młodsze, ale bardziej liczne kohorty mogą stanowić preferowany pokarm kormoranów. Wielkość ryb w pokarmie kormoranów na Zbiorniku Dobczyckim pokazuje przesunięcie spektrum pokarmowego w kierunku ryb mniejszych w trakcie sezonu. Przesunięcie spektrum pokarmowego kormorana w kierunku mniejszych ryb stwierdzono także na dwóch jeziorach w Holandii (Dirksen i in. 1995). W sierpniu 2002 r. stwierdzono również przesunięcie spektrum pokarmowego w obrębie najliczniej zjadanego gatunku t.j. płoci. Fakt, że zjawiska tego nie stwierdzono w 2004 r. i 2005 r. może być związany z tym, że temperatura wody wiosną 2002 r. była znacznie wyższa niż w latach 2004-2005. Tarło ryb determinowane jest przez temperaturę, w związku z tym płoć – przystępująca do tarła stosunkowo wcześnie, gdy temperatura wody osiągnie ok. 10-11°C (Brylińska 1986) – mogła rozpocząć rozmna-

http://rcin.org.pl

żanie już w kwietniu. Narybek w sierpniu mógł osiągnąć rozmiar wchodzący w zakres wielkości pokarmu dla kormorana. Podobne zjawisko w stosunku do jazgarza miało miejsce w sierpniu na jeziorze IJsselmeer w Holandii (Van Rijn i Van Eerden 1999). Dla ptaków polujących z zasadzki (brodzące) lub nagłym atakiem z góry (ptaki polujące w locie) możliwość osiągania wyższych prędkości przez ryby nie ma wpływu na strukturę pokarmu i zawsze powinny one wybierać większe ryby.

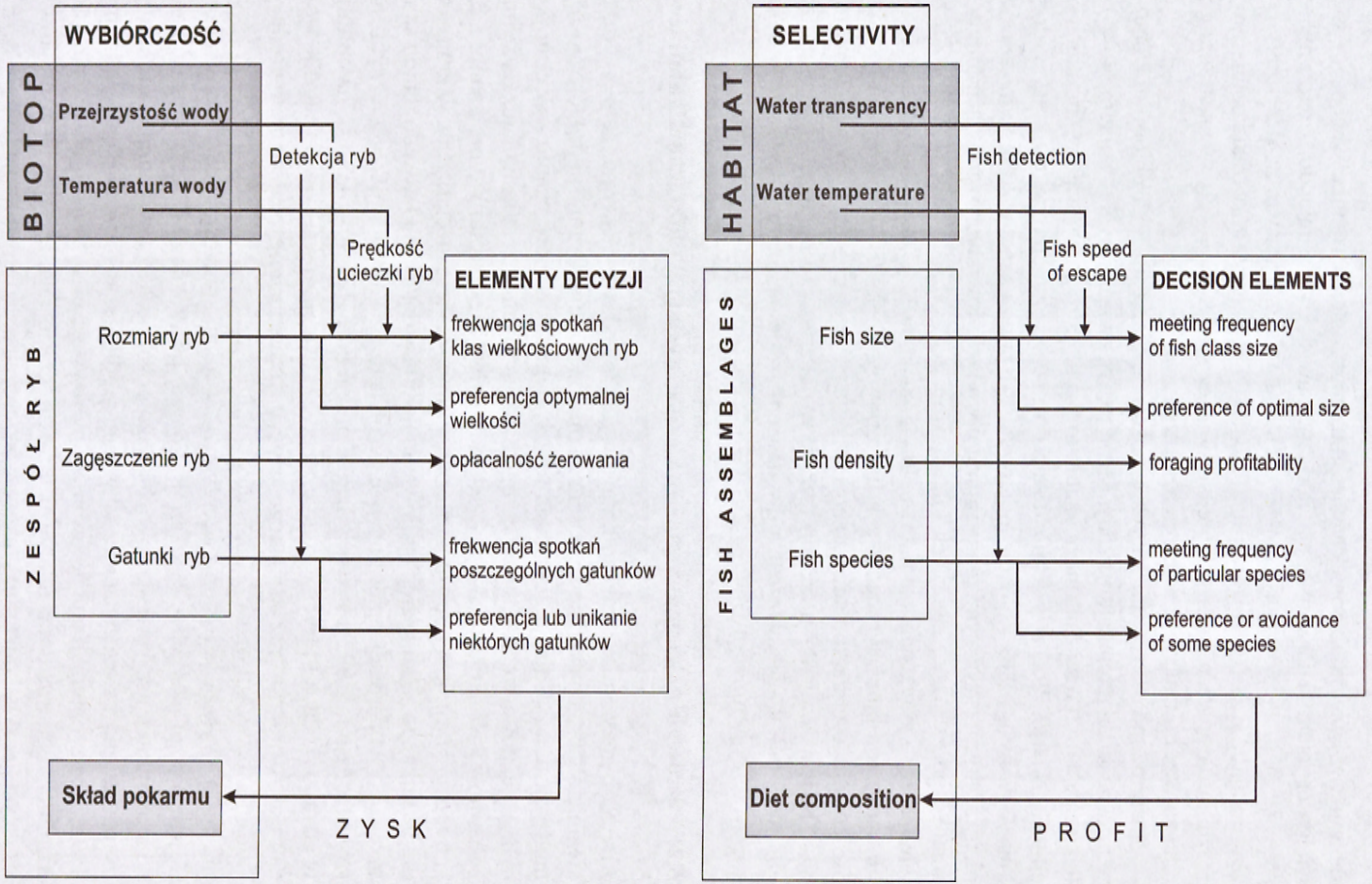
Stwierdzono różną strukturę ryb w pokarmie czapli siwej na Zbiorniku Dobczyckim w zależności od temperatury wody. Może to być związane z żerowaniem ryb w litoralu lub z różną preferencją termiczną gatunków ryb, które przebywają w obszarach wypłyconych na tarło. Płoć przystępuje do tarła w niższej temperaturze niż krąp, wzdręga czy kleń (Brylińska 1986). Zjadanie mniejszych ryb przez czaple w 2002 r. wiązało się z cieplejszą wiosną i wyższymi temperaturami wody. Ryby w tych warunkach mogły wcześniej rozpocząć tarło, a narybek intensywniej żerował i szybciej rósł. W roku 2002 r. temperatura wody osiągnęła już w połowie kwietnia 11°C, co prawdopodobnie pozwoliło na rozród płoci. W początkach lipca ryby w wieku 0+ osiągnęły już rozmiary ok. 5-6 cm długości całkowitej i stanowiły pokarm czapli. Statystycznie istotna odwrotna korelacja pomiędzy udziałem leszcza w pokarmie kormorana, a temperaturą wody zbiornika mogła być związana z gromadzeniem się tego gatunku w stada w chłodniejszej wodzie. Kormorany mogły efektywniej żerować na takich grupach.

5.21. Strategie pokarmowe ptaków rybożernych i czynniki je modyfikujące

Aby zdobyć żywność drapieżnik musi wydatkować czas i energię, najpierw na poszukiwanie ofiary, a następnie na pościg za nią i zjedzenie. Drapieżniki, które stosunkowo mało czasu zużywają na pokonanie i spożycie ofiary w porównaniu z czasem potrzebnym na jej poszukiwanie, powinny być bardziej tolerancyjne, jeśli chodzi o wymagania pokarmowe. W sytuacji zaś, gdy czas poszukiwań jest krótki w porównaniu z czasem potrzebnym na pokonanie i spożycie ofiary korzystna jest specjalizacja. W konsekwencji drapieżniki specjalizują się w polowaniu na ofiary dające się łatwo dogonić i schwytać w sposób najbardziej opłacalny pod względem czasowym i energetycznym. Reache (wg MacArthur (1972)) stwierdził, że czaple modre *Ardea herodias* L. na obfitujących w pokarm wodach Florydy (krótki czas poszukiwania) łowią ryby o znacznie węższym zakresie rozmiarów, niż czaple tego samego gatunku zamieszkujące mało produktywne wody jezior w Adirondacks (stosunkowo długi czas poszukiwania). Zyski z żerowania można wyrazić jako iloraz energii przyswojonej i poniesionych kosztów oraz czasu poświęconego na zdobycie pokarmu. Energię przyswojoną określa wartość kaloryczna oraz stopień przyswajalności pobranego pokarmu. Koszty (energia i czas) to nakłady poniesione na odnalezienie, schwytanie, połknięcie i przyswojenie pokarmu (Gill 1995). Ptaki optymalizują żerowanie, aby uzyskać jak największe zyski kosztem jak najmniejszego wysiłku w relatywnie krótkim czasie. Ogólny schemat czynników wpływających na skład pokarmu ptaków rybożernych przedstawiono na Ryc. 34 a.

http://rcin.org.pl

Ryc. 34a. Czynniki wpływające na skład pokarmu ptaków rybożernych.
Fig. 34b. Factors affecting the diet of fish-eating birds.



http://rcin.org.pl

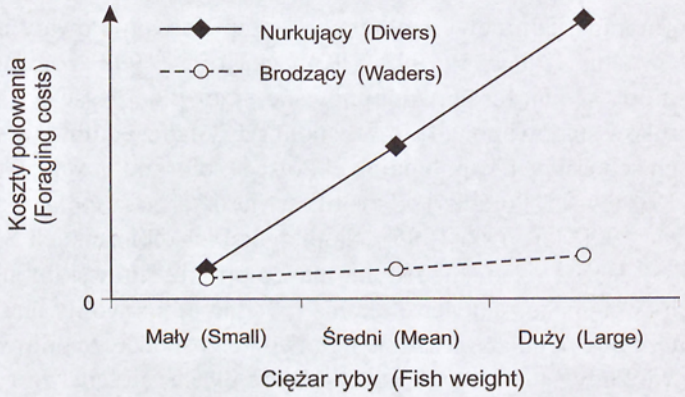
Zarówno kormorany, jak mewy białogłowe i czaple siwe polowały na licznie występujące ryby. Według Kubečka (1993) i Kubečka i in. (1998) zbiorniki środkowej i wschodniej Europy są najczęściej zdominowane przez płoć, leszcza i krąpia. Udział tych trzech gatunków stanowi ponad 50% zespołu ryb. Analiza odłowów sieciowych na kilku zbiornikach zaporowych w południowej Polsce (zbiorniki: Nyski, Goczałkowicki, Otmuchowski, Rożnowski, Porąbka) pozwoliła stwierdzić, że zespół ryb zdominowany był tam przez leszcza (Mastyński 1985). Na podgórskich Zbiornikach Solina i Tresna dominantami były leszcz i świnka. Jedynie na Zbiorniku Turawskim silne populacje ryb drapieżnych (szczupaka, sandacza, okonia i węgorza) pozwoliły na utrzymywanie odpowiedniej liczebnie populacji leszcza. Wprawdzie gospodarcze odłowy sieciowe są bardzo selektywne, gdyż stosuje się sieci o dużych okach, ale analiza ryb całkowicie opróżnionych z wody zbiorników (np. Zbiornik Malta k. Poznania) potwierdza dominację płoci i leszcza (Gołdyn i Mastyński 1998).

Wielkość zjadanych ryb przez ptaki jest ograniczona rozmiarami ich otworu gębowego. Ryby mocniej wygrzbiecone (np. leszcze, krąpie) nie mogą zostać połknięte lub połykanie ich jest utrudnione. Nie przeszkadza im natomiast połknięcie ofiar wydłużonych, ale o małej wysokości ciała (np. węgorzy).

Ptaki nurkujące nie są ograniczone strefą polowania, ale kosztami polowania oraz ograniczonym czasem przebywania pod wodą. Koszty polowania np. kormoranów są więc bardzo duże. Carss (1997) podał, że koszty nurkowania dla tego gatunku wynoszą 231,0 kJ h^{-1}, a koszty lotu 189,7 kJ h^{-1}, co przy kosztach odpoczynku w nocy określonych na 18,5 kJ h^{-1} daje minimum odpowiednio 12,5 x BMR i 10,3 x BMR, przy czym BMR określono jako metabolizm bazalny.

Bioenergetyczne wydatki lotu ptaków polujących w locie są zwykle niższe. Lot trzepoczący mewy karaibskiej *Larus atricilla* L. oszacowano na 13 x SMR (Tucker 1972), lot ślizgowy mewy srebrzystej na 7,3 x SMR (Baudinette i Schmidt-Neilsen 1974), a lot mewy trójpalczastej *Rissa tridactyla* (L.) z wypatrywaniem zdobyczy tylko na 6,2 X BMR (Jodice i in. 2003), przy czym SMR określono jako metabolizm standardowy. Ptaki polujące w locie są ograniczone strefą, w której mogą pochwycić rybę (powierzchniowa warstwa wody). Penetrują więc duży obszar w celu zlokalizowania ofiary, co jest kosztowne energetycznie. Mewy mogą szukać obfitszych miejsc żerowiskowych i dostępniejszych ofiar. Ich koszty poszukiwania ofiar są prawdopodobnie pośrednie między ptakami nurkującymi a czatującymi, które czekają aż ofiara sama zbliży się do drapieżnika. Ptaki polujące biernie czekając na zbliżenie się ofiary również są ograniczone strefą, w której mogą pochwycić ofiarę (strefa brzegowa). Czapla siwa wybiera ofiary spośród ryb, które pojawiają się w jej bezpośredniej bliskości w strefie płytkiej wody. Niskie koszty polowania powodują, że czaple mogą długo czekać na optymalne ofiary, dające najwyższy zysk energetyczny. Udział polowania w budżecie czasowym czapli siwej w ciągu dnia sięgał 33% na stawach jesienią, a nawet 70% przy żerowaniu na kroczku karpia (Utschick i Buchberger 1980). Badania telemetryczne 3 osobników czapli siwych na stawach karpiowych w Saksonii w drugiej połowie czerwca 2005 r.

http://rcin.org.pl



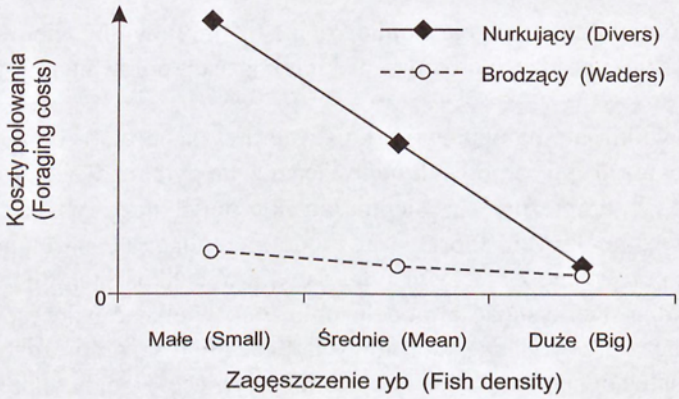
Ryc. 35. Model kosztów polowania w zależności od wielkości ryby u ptaka nurkującego i brodzącego.
Fig. 35. Model of foraging costs in relation to fish weight for diving and wading birds.

wykazały, że żerowanie stanowiło 14-25% ich budżetu czasowego (Kareen Seiche, dane niepubl.). Dla porównania kormorany z dwóch kolonii lęgowych na jeziorze IJsselmeer (Holandia) polowały tylko 2 godz. na dobę t.j. zaledwie 8% budżetu czasowego (Platteeuw i Van Eerden 1995). Koszty polowania na większe ryby są prawdopodobnie zbliżone, podczas gdy zysk jest znacznie większy ze względu na to, że objętość (ciężar) ryb rośnie do 3 potęgi wymiarów liniowych. Tym samym strategia selektywnego wyboru większych ryb pozwala na uzyskanie większej porcji energii przy porównywalnych kosztach. To może wyjaśniać dlaczego czapla siwa żerowała na Zbiorniku Dobczyckim w „gorszym" środowisku o niskim zagęszczeniu ryb i większej mętności.

Koszty polowania ptaków nurkujących (kormorana, nura, perkoza) są zależne od wielkości ryby, gdyż prędkość jest funkcją jej długości (Ryc. 35). Zatem koszty pościgu za większą ofiarą są wyższe i czasochłonne. Poszukiwanie ryby oraz jej schwytanie musi się zakończyć zanim ptak będzie zmuszony wypłynąć na powierzchnię dla zaczerpnięcia powietrza. Dlatego wybór optymalnej ofiary jest dla nich bardzo ważny. Żerowanie na małym narybku (<5 cm długości, ważącym ok. 1 g, o wartości energetycznej 4,6 kJ g^{-1}) nie jest opłacalne ze względu na zbyt mały zysk w stosunku do kosztów nurkowania i szukania ofiar. Jeśli przyjąć chwytanie małej ryby co minutę (praktycznie w czasie każdego nurkowania), to zdobycz daje energię zaledwie 4,2 kJ min^{-1}. Polowanie na duże ryby wiązałoby się z większymi kosztami pościgu, gdyż dłuższe ryby są zdolne do szybszej ucieczki. Przede wszystkim jednak wiązałoby się z dużymi kosztami szukania większej ofiary, ze względu na ich rozproszenie i znacznie niższe zagęszczenie niż ryb mniejszych. Kormorany czy perkozy dwuczube polują więc często na ławicowo występujące ryby (Van Eerden i in. 1993, Van Eerden i Voslamber 1995). W przypadku mew i czapli koszty polowania nie zależą od wielkości ofiary lub zależą w niewielkim stopniu (Ryc. 35).

Przyjmując, że prędkość ryby zależy przede wszystkim od jej wymiarów ptaki rybożerne powinny preferować gatunki charakteryzujące się największym ciężarem przy tej samej długości ciała. Karp jest preferowanym gatunkiem, ponieważ ma większy ciężar

http://rcin.org.pl



Ryc. 36. Model kosztów polowania w zależności od zagęszczenia ryb u ptaka nurkującego i brodzącego.
Fig. 36. Model of foraging costs in relation to fish density for diving and wading birds.

przy tej samej długości w porównaniu z innymi rybami takimi jak płoć, leszcz, kleń, okoń. Na przykład ciężar karpia o długości całkowitej 20 cm jest ponad 30% większy niż płoci o tej samej długości (obliczenia na podstawie równań regresji podanych przez Dirksen i in. (1995)). Daje to kormoranom większy zysk energetyczny przy mniejszych kosztach pościgu (ryby mniejszej długości pływają wolniej). Spośród gatunków ryb dominujących w zbiornikach leszcz i krąp są lżejsze od płoci, stąd preferencja w stosunku do płoci. Czapla wybiera zaś większe ryby spośród dostępnych w miejscu żerowania lub wręcz czeka na większe ryby przynoszące wyższy zysk energetyczny ignorując mniejsze.

Prawdopodobnie kluczowym czynnikiem wyboru jest szukanie ryb dających największy zysk, a więc w jak najlepszej relacji ciężaru ciała w stosunku do zagęszczenia. Zagęszczenie ryb poszczególnych klas wielkości oraz przejrzystość wody wpływa na częstość spotkania potencjalnej ofiary, a tym samym na koszty detekcji. W przypadku ptaków nurkujących wpływa to na wybór rozmiarów ryby. Żerowanie na mniejszych rybach występujących w dużym zagęszczeniu zmniejsza koszty poszukiwania i pogoni za ofiarą (Ryc. 36). Dlatego jesienią pokarmem stają się ryby młodych kohort. Porównanie struktury wielkości ryb w wypluwkach kormoranów oraz w zespole ryb w obszarach żerowania kormoranów wydaje się potwierdzać taką zależność. W litoralu w okresie późnego lata i jesieni zagęszczenie ryb mierzących 5-10 cm jest wysokie. Wcześniej narybek jest za mały, aby stanowić pokarm kormorana. Ryby jednak intensywnie rosną i w drugim roku mierzą ok. 8 cm i ważą ok. 5 g, zaś ich wartość energetyczna wynosi ok. 23 kJ. Wiosną i latem nielęgowe kormorany żerują więc na większych rybach. Poza tym polują wtedy w dogodnych warunkach wysokich temperatur, które pozwalają na uzyskiwanie wysokiego profitu pomimo stosunkowo wysokich kosztów polowania (wysoka prędkość potencjalnych ofiar i długi czas ich doścignięcia).

Przy większej przejrzystości ptaki nurkujące mają możliwość dokonania optymalnych wyborów ofiary ze względu na widzenie ryb w większej półsferze. Dla ptaków brodzących i polujących w locie nie ma to znaczenia, gdyż w zasadzie widzialność

http://rcin.org.pl

w strefie, w której polują rzadko jest mniejsza niż 0,5 m. Powinny więc atakować każdą dostępną rybę. Ptaki brodzące o bardzo niskich kosztach polowania mogą optymalizować wielkość ofiary.

Podobne wyniki, jak dla ptaków nurkujących, uzyskano dla ryb drapieżnych. Backiel i Horoszewicz (1990) próbowali odpowiedzieć na pytanie dlaczego w przewodach pokarmowych ryb drapieżnych występują zwykle pojedyńcze ryby i dlaczego nie są one największe z możliwych. Teoretyczne modele symulacyjne, naśladujące żerowanie drapieżników, porównano z rzeczywistymi danymi o wielkościach i liczbach znalezionych w nich ofiar. Korzystając z modelu obliczono wielkość najczęściej pożeranych ofiar i ich liczbę w przewodach pokarmowych. Ilość ofiar ryb drapieżnych była odwrotnie proporcjonalna do ich wielkości. Drapieżniki najwięcej zjadały ofiar średnich, nieco mniej małych (mało ruchliwe, ale i mało energetyczne), a najmniej dużych (trudność z upolowaniem).

Wybór ofiar może wynikać z tego, że wykorzystanie ograniczonego czasu poszukiwania na znalezienie większej ofiary przynosi większy zysk energetyczny. W ten sposób można wyjaśnić wybiórczość płoci odżywiających się racicznicą *Dreissena polymorpha* (Pallas) (Prejs i in. 1990). Miażdżenie muszli małży jest opłacalne dopiero gdy płocie osiągną wielkość >16 mm. Niewielkie małże, mimo, że najliczniejsze, nie są zjadane w ogóle, gdyż zysk jest zbyt mały w stosunku do kosztów. Dla ryb drapieżnych również istnieje optymalna wielkość ofiary. Górna wielkość zjadanych ofiar jest wyznaczona przez wielkość otworu gębowego (Lampert i Sommer 2001).

Struktura gatunkowa ryb w pokarmie ma mniejsze znaczenie i raczej wynika z zagęszczenia oraz dostępności poszczególnych gatunków zespołu ryb. Większe znaczenie odgrywa wielkość chwytanych ryb, gdyż bezpośrednio wpływa na zysk energetyczny pokarmu. W związku z tym pokarm ptaków rybożernych nie tyle odzwierciedla strukturę gatunkową ichtiofauny, co jej wycinek w dostępnych dla ptaków rybożernych zakresach wielkości ryb. Strategia ptaków nurkujących polega zatem na uzyskaniu jak największego zysku energetycznego w stosunkowo ograniczonym czasie, strategia mew polega na łapaniu ryb dostępnych w przypowierzchniowej warstwie wody, zaś strategia czapli na schwytaniu jak największej ryby, gdyż koszty polowania są znikome.

Ekspansja kormorana spowodowała konflikt interesów z rybactwem, a także leśnictwem (Dobrowolski i Deitrowski 1997, Suter 1997b, Trolliet 2002, Seiche 2003, Grzmitruk 2004). Podjęto jednakże próby jego rozwiązania (Carss i in. 2003). W silnie przekształconych przez człowieka naturalnych zbiornikach słodkowodnych w diecie kormorana dominują najczęściej mało wartościowe, lub wręcz niepożądane gatunki ryb, takie jak jazgarz. Spośród ryb mających znaczenie gospodarcze zjadane są zwykle drobne, niewymiarowe osobniki (Stempniewicz i in. 1998). Przy określonym stanie struktury troficznej ekosystemu kormoran może spełniać pozytywną rolę, sprowadzającą się do usuwania ze zbiornika znaczącej liczby i biomasy ryb z gatunków i stadiów niepożądanych, bez znaczenia użytkowego, hamując dalszą degradację populacji ryb wartościowych (Stempniewicz i in.1998). Eliminacja ryb o niewielkich rozmiarach, występujących

http://rcin.org.pl

w dużych ilościach z wód otwartych, jest pozytywna z punktu widzenia biomanipulacji (Prejs 1988). Dotyczy to także żerowania perkoza dwuczubego na rybach planktonożernych (Gwiazda 1995). Bez presji drapieżników dochodzi do przegęszczenia populacji ryb karpiowatych, a co za tym idzie, następuje wzrost biomasy fitoplanktonu i zakwity glonów, silna konkurencja o siedlisko i pokarm, spadek bioróżnorodności (Prejs 1988). Wydaje się więc, że ptaki rybożerne wywierając wpływ na stosunkowo małe, dominujące ryby spełniają bardzo pożyteczną rolę w ekosystemie.

5.22. Konkurencja i nakładanie się nisz troficznych badanych ptaków rybożernych

Różnice w strukturze gatunkowej ryb zjadanych przez ptaki nurkujące (kormorany, nury rdzawoszyje, perkozy dwuczube) wynikały z żerowania w różnych strefach zbiornika. Obecność leszcza i uklei – gatunków planktonożernych – w pokarmie nurów świadczy o żerowaniu w pelagialu, a obecność jazgarza – gatunku dennego - w pokarmie perkozów wskazuje na żerowanie przy dnie. Kormoran prawdopodobnie żeruje w obydwu strefach, ale przede wszystkim przy dnie. Rozmiary zjadanych ryb wynikają z wielkości ptaków. Większe i silniejsze ptaki (kormorany i nury) mają możliwość doścignięcia większych ryb niż mniejsze (perkozy).

W pokarmie zarówno kormoranów jak i mew białogłowych gnieżdżących się na zbiornikach antropogenicznych w południowej Polsce najliczniej występowały płocie i okonie, a w przypadku żerowania ptaków na stawach – karpie. Również w okresie przelotów nie stwierdzono różnic w pokarmie pomiędzy kormoranem a mewą białogłową. Obecność ryb reofilnych w pokarmie mew świadczy o tym, że ptaki żerowały na rzece. W pokarmie czapli siwej stwierdzono większą liczbę gatunków ryb. Najliczniej występowały płoć, leszcz, krąp, kleń, okoń i jazgarz. Wynikało to stąd, że bogactwo gatunkowe zespołów ryb w litoralu, gdzie żerują czaple, jest większe (Amirowicz 2000).

W pokarmie lęgowych kormoranów, mew białogłowych i czapli siwych na zbiornikach antropogenicznych stwierdzono zarówno ryby o długości całkowitej 3-4 cm jak i 30 cm, a nawet ponad 40 cm. Zakres wielkości ryb w pokarmie pokazuje jednak ofiary wyjątkowe, a nie typowe. Zakres kwartyli pokazujących długość całkowitą 50% wybieranych ryb był, dla badanych gatunków ptaków, podobny i wynosił od 6,2 do 25,0 cm. W przeliczeniu na biomasę płoci, gatunku najczęściej występującego w pokarmie, można stwierdzić, że 50% zjadanych ryb miało ciężar od 2 do 175 g. Ryby takie były więc najbardziej opłacalne dla wszystkich trzech gatunków ptaków rybożernych, pomimo różnic w sposobach i strefach polowania. Mediany wielkości ryb zjadanych przez badane gatunki ptaków wykazały jednak pewne różnice. Kormoran i mewa białogłowa polowały na ryby podobnej wielkości (mediany odpowiednio: od 12,4 do 21,2 cm i od 14,2 do 19,3 cm). W związku z tym możliwa byłaby konkurencja między nimi. Różne sposoby polowania powodują jednak, że ptaki te mają zupełnie inne strefy polowa-

http://rcin.org.pl

nia: kormoran żeruje w szerokim zakresie głębokości, zaś mewa ogranicza się tylko do warstwy powierzchniowej. Ich nisze troficzne nie pokrywają się więc. W przypadku czapli chwytane ryby były mniejszych rozmiarów niż te, na które polowały kormorany i mewy białogłowe. Mediany w poszczególnych latach badań wynosiły od 7,2 do 18,5 cm. Czaple, które polują brodząc lub stojąc w płytkiej wodzie, mogły żerować wyłącznie w strefie litoralu, a tam przebywają przede wszystkim ryby niewielkich rozmiarów, młodszych roczników. Poza tym czapla inwestująca w polowanie praktycznie tylko czas mogła się zadowolić mniejszymi rybami, które dla gatunków o wyższych kosztach polowania dawały zbyt mały zysk. Czapla nie konkurowała więc z kormoranem i mewą białogłową o pokarm.

Ptaki rybożerne, bez względu na sposoby polowania i strefy żerowania, polowały na najliczniej występujące gatunki ryb, a spośród nich wybierały ryby dające największy zysk: (1) gatunki o największym ciężarze przy tej samej długości (preferencja karpia, płoci i okonia), (2) ryby o wybranej wielkości (unikanie ryb bardzo małych, o długości kilku centymetrów i dużych powyżej 25-30 cm).

http://rcin.org.pl

6. Podsumowanie

Przeprowadzone badania prezentowane w niniejszej pracy pozwalają sformułować następujące wnioski:

1. Ptaki rybożerne gnieżdżą się na zbiornikach antropogenicznych przy czym większą liczbę gatunków i ich liczebność stwierdzono na zbiornikach oferujących większą mozaikę siedlisk. Śmieszka i perkoz dwuczuby były gatunkami najliczniej gnieżdżącymi się.
2. Wśród badanych gatunków, największe liczebności w ciągu roku osiągały kormoran i perkoz dwuczuby. Kormoran, czapla siwa i mewa białogłowa przebywały i żerowały głównie w miejscach o mniejszej głębokości. Nur rdzawoszyi był stwierdzany w obszarach o większej głębokości, a perkoz dwuczuby zarówno w miejscach o mniejszej, jak i wiekszej głębokości.
3. Ptaki rybożerne zwykle polowały na zbiornikach antropogenicznych indywidualnie, choć obserwowano także żerowania grupowe. Kleptoparazytyzm stwierdzono u kormorana i czapli siwej, a najczęściej występował on u mewy białogłowej.
4. Skład pokarmu gatunków nurkujących na Zbiorniku Dobczyckim różnił się. W pokarmie kormoranów przeważał okoń, nurów rdzawoszyich – płoć, a perkozów dwuczubych – jazgarz i okoń. Kormoran i nur rdzawoszyi polowały na większe ryby niż perkoz dwuczuby.
5. Karp był najliczniej występującym gatunkiem w pokarmie zarówno kormorana jak i mewy białogłowej na Zbiorniku Goczałkowickim w okresie jesiennym. Nie znaleziono statystycznej różnicy w wielkości zjadanych karpi pomiędzy kormoranem a mewą białogłową, mimo różnic w sposobach polowania obu gatunków.
6. W pokarmie zarówno kormoranów jak i mew białogłowych gnieżdżących się na zbiornikach antropogenicznych w południowej Polsce najliczniej występowały płocie i okonie, a w przypadku żerowania ptaków na stawach - karpie. W pokarmie czapli siwej stwierdzono większą liczbę gatunków ryb. Wynikało to stąd, że bogactwo gatunkowe zespołów ryb w litoralu, gdzie żerują czaple, jest większe.
7. Kormoran i mewa białogłowa polowały na ryby podobnej wielkości. W związku z tym możliwa byłaby konkurencja między nimi, ale różne sposoby polowania powodują jednak, że ptaki te mają zupełnie inne strefy polowania. Ryby chwytane przez czaplę były mniejszych rozmiarów niż te, na które polowały kormorany i mewy białogłowe, a poza tym czapla poluje w płytkim litoralu. Czapla nie konkurowała więc z kormoranem i mewą białogłową o pokarm.
8. Ryby były najczęstszym rodzajem pokarmu mew białogłowych zarówno w okresie składania/inkubacji jaj jak i w okresie wychowu piskląt. Nie stwierdzono różnic w składzie gatunkowym ryb w pokarmie mew białogłowych oraz w ich wielkościach pomiędzy obu okresami. Odpadki stwierdzono tylko w okresie składania/inkubacji jaj. Najczęstszymi gatunkami w pokarmie kormoranów na Zbiorniku

http://rcin.org.pl

Dzierżno Duże zarówno w okresie przedlęgowym, jak i w okresie karmienia piskląt były płoć i okoń. Nie stwierdzono różnic w wielkości zjadanych ryb pomiędzy okresami.

9. Skład pokarmu kormorana zmieniał się sezonowo. Największy udział miały płoć i leszcz. Większą różnorodność gatunkową w pokarmie stwierdzono jesienią. Kormorany żerowały wiosną i latem na stosunkowo dużych rybach (mediana ok. 20 cm), a jesienią na mniejszych (mediana ok. 10 cm). Stwierdzono, że zjadane płocie były statystycznie większe niż zjadane w tym samym okresie okonie. Analiza wielkości płoci pokazała w jednym roku w sierpniu przesunięcie presji na mniejsze ryby ryb t.j. młodszą kohortę. Oszacowany ciężar ryb w wypluwkach kormoranów zmniejszał się w okresie jesiennym.
10. Stwierdzono wybiórczość pokarmową kormorana. Żerował on w litoralu i sublitoralu zbiornika. W strukturze gatunkowej pokarmu kormorana w czerwcu zdecydowanie przeważała płoć, przy czym jej udział w pokarmie był wyższy niż w zespole ryb a udział okonia i leszcza niższy. W strukturze gatunkowej pokarmu w październiku najliczniej występowały okoń i płoć. Udział okonia w pokarmie był wyższy niż w zespole ryb.
11. Stwierdzono wybiórczość pokarmową czapli siwej. Liczebność czapli oraz zagęszczenie dostępnych dla czapli ryb w poszczególnych obszarach zbiornika było zróżnicowane. Najwyższe zagęszczenie ryb było jednak w zatoce, gdzie czapli było najmniej, a najniższe w cofce zbiornika, gdzie czapli było najwięcej. Długość całkowita ryb w litoralu i łowionych przez czaple siwe była podobna, chociaż rozkład długości w zespołach ryb i w pokarmie czapli był różny. Stwierdzono, że czapla wybierała żerowisko, gdzie istnieje większe prawdopodobieństwo znalezienia większych ryb oraz wybierała większe ryby spośród dostępnych na żerowisku.
12. Ptaki rybożerne, bez względu na sposoby polowania i strefy żerowania, polowały na najliczniej występujące gatunki ryb, a spośród nich wybierały ryby dające największy zysk zarówno pod względem gatunkowym (preferencja płoci i okonia nad leszczem, krąpiem i ukleją).jak i wielkości (unikanie ryb bardzo małych, o długości kilku centymetrów i dużych powyżej 25-30 cm).
13. Czas nurkowań perkozów dwuczubych w wodzie o mniejszej przejrzystości wzrastał, co było wynikiem mniejszej detekcji ryb. Ryby wynoszone na powierzchnię przy większej przejrzystości wody były mniejsze. Stwierdzono korelację pomiędzy udziałem płoci w pokarmie czapli a temperaturą wody. Odwrotną korelację stwierdzono dla leszcza w pokarmie kormorana.

http://rcin.org.pl

Summary

The occurrence and numbers of fish-eating birds were evaluated on five reservoirs in southern Poland (Fig. 1). Seasonal changes of numbers and the preferred zones of selected species were studied at the Goczałkowice and Dobczyce reservoirs (Figs 2 and 3). Diet composition of five bird species was studied: Red-throated Diver *Gavia stellata* (Pont.), Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* (L.), Cormorant *Phalacrocorax carbo* (L.), Grey Heron *Ardea cinerea* L. and Caspian Gull *Larus cachinnans* Pallas. The aims of the study were to determine any differences among trophic niches of fish-eating birds, differences in hunting behaviour between bird species, and how different species divide food resources among themselves in artificial water reservoirs.

Food samples (pellets, fish brought to nests, regurgitations) of selected fish-eating birds were analyzed. The number of pellets containing particular fish species was calculated. Fish species composition in diet by number and by biomass was determined. The fraction of different fish species in diet was calculated as an average fraction of each species in all studied pellets. The length of Percidae otoliths, pharyngeal bones and chewing pads of Cyprinidae and jaws of predators found in pellets was measured and from these the total length of each fish was calculated.

Fourteen species of fish-eating birds were recorded at the Goczałkowice Reservoir, 6 species at the Dobczyce Reservoir, 5 at the Mietków Reservoir and 7 the gravel pit in Jankowice. Fish-eating birds breed on anthropogenic reservoirs, however a greater number of species and a bigger population were recorded on reservoirs with a greater variety of sites (Tab. 12). Black-headed Gull *Larus ridibundus* L. and Great Crested Grebe were the most numerous breeding species.

Among studied species Cormorants and Great Crested Grebes reached the greatest numbers throughout the year (Figs 4-7). Cormorants, Grey Herons, and Caspian Gulls occurred and foraged mainly in areas of smaller depth (Figs 9-11). Great Crested Grebes and Red-throated Divers were recorded in areas of bigger depth (Fig. 8). Fish-eating birds usually hunted solitarily (Great Crested Grebe – 47.0% of hunting, Cormorant – 58.9% of hunting, Grey Heron – 58.4% of hunting, Caspian Gull – 46.7% of hunting), but social hunting has also been recorded. Kleptoparasitism was recorded for Cormorant, Grey Heron and most frequently for Caspian Gull.

Diet composition of three species of different body size was studied (Tab. 1). Diet varied among diving birds at the Dobczyce Reservoir in autumn. Nine fish species were recorded in the stomach contents of Cormorant, and 5 in those of both diver and grebe (Tab. 2). Perch *Perca fluviatilis* L. was the dominant species in the food of Cormorant (33.3% by number and 34.3% by biomass), roach *Rutilus rutilus* (L.) in the food of Red-throated Diver (70.7% by number and 72.0% by biomass), and ruffe *Gymnocephalus cernuus* (L.) and perch in the food of Great Crested Grebe (relatively 36.1% and 36.1% by number and 39.5% and 33.5% by biomass) (Fig. 12). The total length of eaten fish ranged from 3-20 cm. The median of the total length of consumed

http://rcin.org.pl

fish by Cormorant was 12.9 cm, by Red-throated Diver – 11.2 cm and by Great Crested Grebe – 7.4 cm. Cormorant and Red-throated Diver hunted on bigger fish than Great Crested Grebe (Fig. 13).

Carp Cyprinus carpio (L.) was the most numerous species in the food of Cormorant and Caspian Gull at the Goczałkowice Reservoir in the autumn period (relatively 69.6% and 93.8% in species composition). The median total length of fish consumed in the autumn by Cormorant was 12.9 cm and by Caspian Gull was17.7 cm. There were no statistical differences in the size of caught carp between these bird species, despite different hunting ways.

The food of breeding Cormorants consisted of 11 fish species at the Goczałkowice Reservoir (site near fish ponds), and 10 fish species at the Dzierżno Duże Reservoir (site without fish ponds). Carp was identified in 82.5% pellets found at the Goczałkowice Reservoir in 2005. This species constituted more than 56.9% of the fish consumed by number in the diet of Cormorant in 2005 (Tab. 3). Species of the highest share in the diet of Cormorant although was carp (70.0% in 2005) (Fig. 14). Roach and perch were identified in 70% and 57% pellets at the Dzierżno Duże Reservoir. Roach (40.0%), followed by perch (35.7%), dominated the diet composition of Cormorants by number (Tab. 3). These species also constituted the highest proportion of the Cormorant diet there (42% and 33% by number) (Fig. 16). Fish species composition of the diet of Cormorants in different sites shows the dominance of roach, perch and ruffe in sites without fish ponds and carp in sites near fish ponds (Tab. 13).

The median of the total fish length in the Cormorants diet at the Goczałkowice Reservoir was 17.1, 21.2, and 12.6, cm respectively (range 3-41 cm) depending on studied years (Tab. 4). Fish with a total length of more than 20 cm constituted only 4.1% fish in the diet of Cormorants (Fig. 15). The median of the total fish length in the food of Cormorants at the Dzierżno Duże Reservoir was 12.4 cm (range: 4-35 cm) (Tab. 4). Fish with a total length greater than 20 cm constituted 7.8% of all consumed fish by Cormorants (Fig. 17). Total fish length in the diet of Cormorants in different sites was presented in Tab. 14.

It has been recorded that the food composition of Caspian Gull at the gravel pit in Jankowice was more variable. It contained parts of plants, oligoheats, insects, fish, amphibians, birds, mammals and refuse. The food of Caspian Gulls breeding at the gravel pit in Jankowice (site near fish ponds) consisted of 15 fish species (Tab. 5 and Tab. 6), and 7 fish species at the Mietków Reservoir (site without fish ponds) (Tab. 5 and Tab. 6). Between nine and eleven species were recorded in fish brought to chicks by Caspian Gulls depending on the year of sampling. Carp was identified in at least 50.0% pellets of Caspian Gull at the gravel pit. This species dominated in the fish composition of prey remains recorded in pellets of Caspian Gulls (43.6% of consumed fish in 2003 and 60.2% in 2004) (Tab. 6). A distinct fraction of rheophilic species 13% in 2003 and 10% in 2004 was found. Proportion of carp in the diet by number was 46.9% in 2003 and 58.5% in 2004 (Fig. 18). Carp and roach were identified in 70% and 57% pellets at

http://rcin.org.pl

the Mietków Reservoir. Four fish species were recorded in pellets, the most numerous being carp (45.4% of all fish) and roach (42,4% of all fish) (Fig. 16). These species also constituted the highest proportion of the Caspian Gull diet (both 46% by number) (Fig. 20). Number of fish species and proportion of selected species in the diet of Caspian Gull in different sites during the breeding period was presented in Tab. 15.

The median of the total fish length in the diet of Caspian Gulls breeding at the gravel pit was 19.3, 18.0, and 17.5 cm (range: 8-47 cm) depending on studied years (Tab. 7). Fish with a total length of more than 20 cm constituted up to 20.5% fish in the diet of Caspian Gulls (Fig. 19). The median of the total fish length in the food of Caspian Gulls breeding at the Mietków Reservoir was 14.2 cm (range: 6-39 cm) (Tab. 7). Fish with a total length greater than 20 cm constituted 17.4% of all consumed fish by Caspian Gulls (Fig. 21).

Fish were the most common kind of food of Caspian Gull both in the laying/incubation period and in the rearing young period. Differences in the species composition and the fish size between these periods were not noted. Refuse was found only in the food in the laying/incubation period.

Only 4 fish species were found in the food of Cormorants in the pre-breeding period, and 10 fish species during rearing young period at the Dzierżno Duże Reservoir. Roach and perch were the most frequent species. No statistical differences in the proportions of the most numerous fish species in the diet of Cormorants at the Dzierżno-Duże Reservoir between two periods were found. The Shannon index was highest during the period of nestling rearing. The median of the total length of consumed fish was 14.6 cm in the pre-breeding period (range: 7-25 cm) and 12.4 cm during the rearing young period (4-35 cm) (Tab. 4).

The food of Grey Heron at the Dobczyce Reservoir consisted mainly of fish (19 species) and mammals, amphibians, and insects. The number of fish species in the diet of Grey Heron varied between 9 and 13. The most numerous were; roach, white bream, common bream, chub, and rudd (Tab. 8). The species composition of regurgitated fish was various in different years (Fig. 22). Fish species composition in the diet of Grey Heron varies in different sites during the breeding period (Tab. 16). The range of the total length of fish was 4-33 cm. The median length of the fish caught in 2002 and 2005 was lower compared to other years (Tab. 9). The median total length of fish was c. 7 cm in 2002 and 2005 but was smaller than in other years when medians were more than 13 cm. In 2002 it was related to water temperature which was higher in the spring than in other studied years and roach could start stocking in April. Fish 0+ dominated in the food of Herons in the feeding young period. Fish with a total length greater than 20 cm constituted 18.6% of all fish in the diet (Fig. 23). Fish composition in the diet of Grey Herons was independent of the water level.

Diet composition of non-breeding Cormorants comprised 12 fish species in 2002 and 10 in 2004 and 2005 at the Dobczyce Reservoir (Tab. 10). The diet composition of Cormorants changed seasonally. Greater diversity of fish species was recorded in

http://rcin.org.pl

autumn. Roach was the dominant species in the diet in all years and constituted more than 45% of identified fish. The proportion of roach in the diet was lower in autumn (Fig. 24). Cormorants foraged on relatively bigger fish in spring and summer than in autumn (Tab. 11, Fig. 25). The range of the total length of fish was 4-35 cm. Median total length of fish consumed in June-July was more than 20 cm and in October-November c. 10 cm. In their diet roach was statistically bigger compared to perch in the same period. The analysis of roach size in August 2002 compared to June and July showed a shift of the pressure of Cormorants towards smaller fish and younger cohorts (Fig. 26). Fish weight estimated in pellets decreased in autumn compared to spring and summer (Fig. 27).

Food preference of Cormorants was determined. The lack of ruffe and the presence of bleak in the diet indicated foraging in littoral and sublittoral of the reservoir. Seven fish species with considerable share of roach and perch dominated in the foraging area of Cormorants in June. Roach dominated in the food of Cormorants (>70% by number) however, the share of roach in the food was higher than in fish assemblages (Fig. 28). Reverse phenomenon was observed in perch. Its share in the food was lower than in fish assemblages. Nine fish species occurred in the foraging area of Cormorants in October. Among them silver bream, roach, and perch were the most numerous. Five fish species were discovered in the Cormorant diet with dominating perch (40% by number) and roach (32% by number). The share of perch in the food of Cormorants was higher than in the available fish assemblage (Fig. 28). A food preference toward roach in spring and toward perch in autumn and a negative preference toward silver bream was found. Avoidance of small fish (up to 10 cm total length) and large individuals (more than 30 cm total length) was found based on Jacobs index (Fig. 29).

Numbers of Grey Heron in foraging areas changed throughout the season. Herons foraged most numerously in the backwater of the reservoir, and in lower numbers in the remaining two studied areas. The density of fish available for herons was different in the selected areas of the reservoir. It was the highest in the Wolnica Bay (CPUE mean = 250 ind.), where numbers of herons were the smallest and it was the lowest in backwaters (CPUE mean = 18 ind.) where numbers of herons were the biggest. Roach was the most abundant prey species making up 56% by number in the diet of Grey Heron and 76-93% in the sampled communities (Fig. 30). Statistically significant differences between fish species composition in the diet of Grey Heron and in the fish assemblages was found for the Dobczyce basin and Wolnica Bay. However, such differences were not found in the backwaters. Food preference of Grey Herons has been recorded. The range of the total length of fish in the littoral, and the diet of Grey Herons was similar (5-32 cm), however the distribution of fish length in the available fish assemblage and in the food of Herons was different (Fig. 31). In the backwaters, where the share of large fish was higher, such difference has not been stated. This indicates that Herons choose foraging areas where the possibility of finding larger fish is greater, and chooses larger fish from the fish available in the foraging area. Jacobs index confirmed that herons preferred fish bigger than 7 cm in total length, and avoided those of smaller size (Fig. 32).

http://rcin.org.pl

Diving time of Great Crested Grebe increased in the water of lower transparency, which was a result of lower fish detection (Fig. 33). Fish which was brought to water surface in the water of higher transparency was smaller in size. There has been no relation stated between water transparency and species composition in the food of Cormorants and Grey Herons. Higher share of roach in the food of Grey Heron in higher water temperature was found. A reverse correlation was found between the share of common bream in the food of Cormorants and water temperature. A correlation between water temperature and the median total length of fish in the diet of Cormorant was recorded in one year. Similarly, a correlation between water temperature and the proportion of roach in the diet of Grey Heron was also found. The overall compilation of factors affecting the diet composition is given in Fig. 34b. Data suggest that the higher foraging costs of diving fish-eating birds (compared to wadering ones) mean that divers have to choose optimal prey in relation to prey density and fish size in the community and that waders always prefer to take the biggest individual prey that are available (Figs 35 and 36).

The food of Cormorants and Red-throated Divers consisted of fish, Great Crested Grebes ate fish and insects, Grey Heron took mainly fish, small mammals and insects, and Caspian Gulls – mainly fish and small mammals, birds and garbage. Roach and perch dominated in the diet of both Cormorants and Caspian Gulls breeding in anthropogenic reservoirs in southern Poland while carp dominated in the food of Cormorants and Caspian Gulls foraging on ponds. A bigger amount of fish species was determined in the diet of Grey Herons compared to Cormorants and Caspian Gulls. It was caused by greater variety of fish species in the littoral of the reservoirs.

Cormorants and Caspian Gulls hunted on fish similar in size. Therefore the competition of these species could be possible. However, the differences in their hunting ways result in different foraging zones. Grey Herons hunted on smaller fish than Cormorants and Caspian Gulls and they foraged in the area of shallow water so it was not a competitor for Cormorants and Caspian Gulls.

All the fish-eating birds, regardless of their hunting ways and foraging zones, usually hunted on the most numerous fish in the foraging area. They chose the fish giving the best benefit i.e. (1) the fish species with higher weight at the similar length (they prefer carp, roach, and perch), and (2) the biggest size in relation to the fish density (avoiding the smallest but numerous fish and also the usually rare fish i.e. bigger than 25-30 cm).

http://rcin.org.pl

Podziękowania

Serdecznie dziękuję dr. Antoniemu Amirowiczowi z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie za konsultacje oznaczeń gatunkowych ryb, obliczenia równań regresji długości całkowitej kilku gatunków ryb w oparciu o zęby gardłowe i płytki żarnowe oraz pomoc w odłowach ryb na Zbiorniku Dobczyckim. Dziękuję także za poświęcony czas na dyskusję nad strategiami ptaków rybożernych.

Serdecznie dziękuję recenzentowi dr. hab. prof. UWr Tadeuszowi Stawarczykowi z Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego za cenne uwagi, które przyczyniły się do polepszenia pracy, a prof. dr. hab. Zbigniewowi Głowacińskiemu z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie składam podziękowania za konstruktywne uwagi, po przeczytaniu wcześniejszej wersji pracy.

Dziękuję dr. Jackowi Betleji z Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu za pomoc w badaniach terenowych mew i zbieraniu wypluwek kormoranów na Zbiorniku Dzierżno Duże w 2003 roku i Zbiorniku Goczałkowickim w 2005 roku. Podziękowania składam Janowo Królowi za udostępnienie niepublikowanych materiałów liczebności ptaków rybożernych na Zbiorniku Goczałkowickim w latach 2000-2002. Zbigniewowi Pisarkowi – brygadziście Gospodarstwa Rybackiego RZGW w Brzączowicach – dziękuję za pomoc w odłowach ryb oraz zbieranie i przechowywanie utopionych w sieciach ptaków na Zbiorniku Dobczyckim. Dziękuję Janowi Czubakowi z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie za pomoc w odłowach ryb na Zbiorniku Dobczyckim. Składam podziękowania doc. dr hab. Grażynie Mazurkiewicz-Boroń z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie za udostępnienie danych temperatury i przejrzystości wody na Zbiorniku Dobczyckim oraz Dyrekcji Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie i Inspektoratowi w Dobczycach za udostępnienie poziomów piętrzenia Zbiornika Dobczyckiego w latach 2000-2004.

Za pracę redakcyjną wyrażam podziękowanie Paniom mgr Małgorzacie Szul i mgr Agacie Skoczylas, a mgr inż. Andrzejowi Kalembie serdecznie dziękuję za pomoc w przygotowaniu rycin do druku. Mgr Annie Kuli z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie dziękuję za sprawdzenie poprawności cytacji.

Żonie Ewie dziękuję za pomoc w tłumaczeniu tekstów na język angielski, wyrozumiałość i stworzenie sprzyjających warunków do pisania tej pracy.

http://rcin.org.pl

Piśmiennictwo:

Adams C.E., Mitchell J. 1995. The response of a Grey Heron *Ardea cinerea* breeding colony to rapid change in prey species. Bird Study 42: 44-49.

Adámek Z., Guziur J. 1992. Skład pokarmu kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo* L.) ze zbiorników dolinowych Nové Mlýny (płd. Morawy, ČSFR). Acta Academiae Agriculturae Technicae Olstenensis 19: 109-120.

Altmann J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. Behaviour 69: 227-267.

Amirowicz A. 1998. Consequences of the basin morphology for fish community in a deep-storage submontane reservoir. Acta Hydrobiologica 39 (1997), Suppl. 1: 35-56.

Amirowicz A. 2000. Pozycja ryb w sieci troficznej litoralu. W: Starmach J. i Mazurkiewicz-Boroń G. (red.). Zbiornik Dobczycki: Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona. ZBW PAN, Kraków: 215-221.

Annett C., Pierotti R. 1989. Chick hatching as a trigger for dietary switching in the Western Gull. Colonial Waterbirds 12, 1: 4-11.

Arcos J.M., Oro D., Sol D. 2001. Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated with commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. Marine Biology 139, 5: 807-816.

Backiel T., Horoszewicz L. 1990. Wielkość i liczba ofiar ryb drapieżnych: próba wyjaśnienia przez symulacje. Roczniki naukowe PZW 3: 147-162.

Baudinette R.V., Schmidt-Nielsen K. 1974. Energy cost of gliding flight in Herring Gulls. Nature 248: 83-84.

Bauer K.M., Glutz von Blotzheim U.N. 1966. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. 1. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.

Baxter G.S., Fairweather P.G. 1998. Does available foraging area, location or colony character control the size of multispecies egret colonies? Wildlife Research 25, 1: 23-32.

Bayer R.D. 1985. Bill length of Herons and Egrets as an estimator of prey size. Colonial Waterbirds 8, 2: 104-109.

Begon M., Mortimer M. 1989. Ekologia populacji. Studium porównawcze zwierząt i roślin. PWRiL, Warszawa.

Bertellotti M., Yorio P. 1999. Spatial and temporal patterns in the diet of the Kelp Gull in Patagonia. Condor 101, 4: 790-798.

Betleja J. 2005. Ptaki Zbiornika Goczałkowickiego. W: Konferencja Naukowo-Techniczna z okazji Jubileuszu 50-lecia Zbiornika Wodnego na Małej Wiśle w Goczałkowicach, Pszczyna – zamek, 20-21 wrzesień 2005 r. GPW, Katowice: 100-106.

Bocheński Z. 1986. Development and structure of the Goczałkowice Reservoir ecosystem XVI. Birds. Ekologia polska 34, 3: 523-535.

Boldreghini P., Santorini 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.

Britton R.H., Moser M.E. 1982. Size specific predation by Herons and its effect on the sex-ratio of natural populations of the mosquito fish *Gambusia affinis* Baird and Girard. Oecologia 53: 146-151.

Brown K.M., Ewins P.J. 1996. Technique-dependent biases in determination of diet composition: an example with Ring-Billed Gulls. Condor 98: 34-41.

Brylińska M. 1986. Ryby słodkowodne Polski. PWN, Warszawa.

Bukacińska M., Bukaciński D., Spaans A.L. 1996. Attendance and diet in relation to breeding success in Herring Gull (*Larus argentatus*). Auk 113: 300-309.

http://rcin.org.pl

Bukaciński D., Nawrocki P., Stawarczyk T. 1989. Gniazdowanie mew białogłowych (*Larus cachinnans*) na środkowej Wiśle, ich status taksonomiczny oraz problemy z rozpoznawaniem podgatunków *L. c. michahellis*, *L. c. cachinnans* i *L. c. omissus*. Notatki Ornitologiczne 30: 3-12.

Büttiker E. 1985. Die Nahrung der Haubentaucher Podiceps cristatus am Untersee (Bodensee) im Jahresverlauf. Orn. Beob. 82: 73-83.

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 Sea Fisheries Institute 2 (144): 39-47.

Bzoma S., Goc M., Brylski T., Stempniewicz L., Iliszko L. 2003. Seasonal changes and intra-colony differentation in the exploitation of two feeding grounds by great Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis breeding at Kąty Rybackie (N Poland). Vogelwelt 124, Suppl.: 175-181.

Campos F., Lekuona J.M. 1997. Temporal variations in the feeding habits of the Purple Heron *Ardea purpurea* during the breeding season. Ibis 139, 3: 447-451.

Campos F., Lekuona J.M. 2000. Fish profitability for breeding purple herons. Ardeola 47, 1: 105-107.

Carpentier A., Marion L. 2003. Monitoring the daily food intake of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo*: comparison between chick regurgitations and automatic weighing of nests. Vogelwelt 124, Suppl.: 183-186.

Carpentier A., Paillisson J.M., Marion L. 2003. Assesing the interaction between cormorants and fisheries: the importance of fish community change. W: Cowx J. (red.). Interaction between fish and birds: implication for management. Blackwell Science Ltd., Oxford: 187-195.

Carss D.N. 1997. The diet assessment and food intake working group. Supplemeti di Ricerche Biologia Selvaggina XXVI: 197-230.

Carss D.N., Bregnballe T.M, Keeler T.M., Van Eerden M.R. 2003. Reducing the conflict between Cormorants *Phalacrocrax carbo* and fisheries on a pan-European scale: REDCAFE opens for business. Vogelwelt 124, Suppl.: 299-307.

Carss D.N., Elston D.A. 2003. Pattern of association between algae, fishes and grey herons *Ardea cinerea* in the rocky littoral zone of a Scottish sea loch. Estuarine Coastal and Shelf Science 58, 2: 265–277.

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, 1: 207-222.

Cramp S., Simmons K.E.L. (red.) 1977. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of Western Palearctic. 1. Oxford University Press, Oxford.

Cramp S., Simmons K.E.L. (red.) 1983. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of Western Palearctic. 3. Oxford University Press, Oxford.

Del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J. 1992. Handbook of the birds of the world. 1. Lynx Edicions, Barcelona: 376–429.

Demetiev G.P., Gladkov N.A. (red.) 1951. Pticy Sovetskogo Sojuza. Sovietskaja Nauka, Moskwa.

De Nie H.W. 1995. Changes in the inland fish populations in Europe and its consequences for the increase in the Cormorant *Phalacrocorax carbo*. Ardea 83, 1: 115-122.

Dirksen S., Boudewijn T.J., Noordhuis R., Marteijn E.C.L. 1995. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinenesis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. Ardea 83, 1: 167-184.

Dobrowolski K.A. (red.) 1995. Przyrodniczo-ekonomiczna waloryzacja stawów rybnych w Polsce. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.

Dobrowolski K.A., Deitrowski R. 1997. Conflict between fishermen and cormorants *Phalacrocorax carbo* in Poland. Ekologia polska 45, 1: 273-278.

http://rcin.org.pl

Draulans D., Perremans K., Van Vessem J., Pollet M. 1987. Analysis of pellets of the Grey Heron *Ardea cinerea* from colonies in Belgium. Journal of Zoology, London 211: 659-708.

Dubois P.J., Skakuj M., Stawarczyk T. 1990. Occurence of Yellow-legged Gull in Poland. Dutch Birding 13: 14-17.

Dugan P., Hafner H., Boy V. 1986. Habitat switches and foraging success in the Little Egret (*Egretta garzetta*). Proceedings of the International Ornithological Congress 19: 1868-1877.

Duhem C., Bourgeois K., Vidal E., Legrand J. 2002. Food resources accessibility and reproductive parameters of Yellow-legged Gull *Larus michahellis* colonies. Revue D Ecologie-La Terre et La Vie 57, 3-4: 343-353.

Duhem C., Vidal E., Legrand J., Tatoni T. 2003a. Opportunistic feeding responses of the Yellow-legged Gull *Larus michahellis* to accessibility of refuse dumps. Bird Study 50: 61-67.

Duhem C., Vidal E., Roche P., Legrand J. 2003b. Island breeding and continental feeding: How are diet patterns in adult yellow-legged gulls influenced by landfill accessibility and breeding stages? Ecoscience 10, 4: 502-508.

Dunajewski A. 1943. Ptaki wodne i ich znaczenie w rybactwie. Związek Organizacji Rybackich, Warszawa.

Dyrcz A. 1981. Ptaki Zbiornika Otmuchowskiego. Acta Zoologica Cracoviensia 25: 69-102.

Dyrcz A. 1989. Tereny ważne dla ornitologii i ochrony ptaków w Polsce. Przegląd Zoologiczny 33, 3: 417-437.

Dyrcz A., Grabiński W., Stawarczyk T., Witkowski J. 1991. Ptaki Śląska – monografia faunistyczna. Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.

Dyrcz A., Kołodziejczyk P., Martini K., Martini M. 1998. Ptaki Zbiornika Mietkowskiego. Ptaki Śląska 12: 17-80.

EIFAC 1988. Report of the EIFAC working party on prevention and control of bird predation in aquaculture and fisheries operations. EIFAC Tech. Pap. 51: 1-79.

Engström H., Jonsson L. 2003. Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* sinensis diet in relation to fish community structure in freshwater lake. Vogelwelt 124, Suppl.: 187-196.

Ericsson M.O.G. 1985. Prey detectability for fish-eating birds in relation to fish density and water transparency. Ornis Scandinavica 16: 1-7.

Faber M., Betleja J., Gwiazda R., Malczyk P. 2001. Mixed colonies of large white-headed gulls in southern Poland. British Birds 94: 529-534.

Fasola M. 1994. Opportunistic use of foraging resources by heron communities in southern Europe. Ecography 17, 2: 113-123.

Ferens B., Wasilewski J. 1977. Fauna słodkowodna Polski. 3. Ptaki. PWN, Warszawa-Poznań.

Feriancová-Masárová Z., Ferianc O. 1979. Ďalšie poznatky zo sukcesie osĕdlovania vtákov na novovybudovanej vodnej nádrži Liptovská Mara r. 1978. Biologia (Bratislava) 34, 8: 655-661.

Feunteun E., Marion L. 1994. Assesment of Grey Heron predation on fish communities: the case of the largest European colony. Hydrobiologia 279/280: 327-344.

Forbes L.S. 1989. Prey defences and predator handling behaviour: the dangerous prey hypothesis. Oikos 55: 155-158.

Fox G.A., Allan L.J., Weseloh D.V., Mineau P. 1990. The diet of herring gulls during the nestling period in Canadian waters of the Great Lakes. Canadian Journal of Zoology 68: 1075-1085.

Geiger W. 1957. Die Nahrung der Haubentaucher des Bielersees. Orn. Beob. 54: 97-133.

Gibbs J.P. 1991. Spatial relationship between nesting colonies and foraging areas of great blue herons. Auk 108: 764-770.

Gill F.B. 1995. Ornithology. W.H. Freeman and Company. New York.

Głodek J. 1985. Zbiorniki zaporowe świata. PWN, Warszawa.

Gołdyn R., Mastyński J. 1998. Biomanipulation in the Maltański Reservoir. International Review of Hydrobiology 83: 393-400.

http://rcin.org.pl

Gonzáles-Solis J., Oro D., Jover L., Ruiz X., Pedrocchi V. 1997a. Trophic niche width and overlap of two sympatric gulls in the southwestern Mediterranenean. Oecologia 112, 1: 75-80.

Gonzáles-Solis J., Ruiz X., Jover L. 1997b. Influence of food availability on interactions between *Larus cachinnans* and *L. audouinii*. Canadian Journal Zoology 75, 5: 719-724.

Grémillet D. 1997. Catch per unit of effort, foraging efficiency, and parental investment in breeding great cormorants (*Phalacrocorax carbo carbo*). ICES Journal of Marine Sciences 54: 635-644.

Grémillet D., Argentin G., Schulte B., Culik B.M. 1998. Flexible foraging techiniques in breeding cormorants *Phalacrocorax carbo* and shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? Ibis 140, 1; 113-119.

Grémillet D., Wilson R.P. 1999. A life in the fast lane: energetics and foraging strategies of the great cormorant. Behavioral Ecology 10: 516-524.

Grémillet D., Stoech 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.

Grzmitruk K. 2004. Wpływ kormorana *Phalacrocorax carbo* na ekosystemy wodne i leśne Wigierskiego Parku Narodowego. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 23, 1: 129-146.

Gwiazda R. 1989. Initial stage of bird settlement on the Dobczyce dam reservoir (Vistula basin, southern Poland). Acta Hydrobiologica 31, 3–4: 373–384.

Gwiazda R. 1995. Numbers of the great crested grebe, Podiceps cristatus L., and the composition of its food in the Dobczyce Reservoir (the River Vistula basin, southern Poland). Acta Hydrobiologica 37: 205-212.

Gwiazda R. 1996. Awifauna lęgowa Zbiornika Dobczyckiego w pierwszych latach jego istnienia. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 52, 3: 64-73.

Gwiazda R. 1997. Foraging ecology of Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus* L.) at a mesotrophic-eutrophic reservoir. Hydrobiologia 353: 39-43.

Gwiazda R. 2000. Awifauna i inne kręgowce. W: Starmach J. i Mazurkiewicz-Boroń G. (red.). Zbiornik Dobczycki: Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona. ZBW PAN, Kraków: 149–162.

Gwiazda R. 2002. Skład pokarmu kormoranów *Phalacrocorax carbo* w koloniach lęgowych na Zbiorniku Goczałkowickim (Dolina Górnej Wisły) i Jeziorze Wielimie (Pojezierze Południowo-Pomorskie). Przegląd Rybacki 3: 10-15.

Gwiazda R. 2004. Fish in a diet of Cormorant and Yellow-legged Gull breeding near fish-ponds (upper Vistula river valley, southern Poland) – preliminary study. Acta Zoologica Cracoviensia 47, 1-2: 17-26.

Gwiazda R. 2005. Diet composition and changes in numbers and foraging areas of grey heron *Ardea cinerea* population in submontane reservoir: an effect of dam operation? Acta Zoologica Sinica 51, 2: 215-221.

Hafner H. 1997. Ecology of wading birds. Colonial Waterbirds 20, 1: 115-120.

Hafner H., Dugan P.J., Kersten M., Pineau O., Wallace J.P. 1993. Flock feeding and food intake in little Egrets Egretta garzetta and their effects on food provisioning and reproductive success. Ibis 135: 25-32.

Hanzák J. 1952. The great crested grebe, *Podiceps c. cristatus* (L.), its ecology and economic significance. Acta musei Nationalis Pragae, 8 B, 1: 1-37.

Harrisson H., Hollom P.A.D. 1932. The Great Crested Grebe enquiry (III). British Birds 26: 142-155.

Hegemeijer W.J., Blair M.J. 1997. The EBCC Atlas of European breeding birds: Their distribution and abundance. T & AD Poyser, London.

Hillström L., Kilpi M., Lindstrom K. 1994. Diet of Herring Gulls *Larus argentatus* during chick rearing in the Gulf of Finland. Ornis Fennica 71: 95-101.

http://rcin.org.pl

Horoszewicz L. 1960. Wartość kości gardłowych dolnych (ossa pharyngea inferiora) jako kryteriów gatunkowego oznaczania ryb karpiowatych (*Cyprinidae*). Roczniki Nauk Rolniczych 75-B-2: 237-258.

Humphries P., Hyndes G.A., Potter I.C. 1992. Comparison between the diets of distant taxa (teleost and cormorant) in an Australian estuary. Estuaries 15 (3): 327-334.

Hüppop O., Hüppop K. 1999. The food of breeding Herring Gulls *Larus argentatus* at the lower river Elbe: does fish availability limit inland colonisation? Atlantic Seabirds 1, 1: 27-42.

Jacobs J. 1974. Quantitative measurement of food selection: A modification of the forage ratio and Ivlev's index. Oecologia 14: 127-138.

Jakubas D. 2004. The response of the Grey Heron to a rapid increase of the Round Goby. Waterbirds 27, 3: 304-307.

Jakubas D., Mioduszewska A. 2005. Diet composition and food consumption of grey heron (*Ardea cinerea*) from breeding colonies in northern Poland. European Journal of Wildlife Research 51, 3: 191-198.

Janiszewski T., Włodarczyk R., Bargiel R., Grzybek J., Kaliński A., Lesner B., Mielczarek S. 1998. Awifauna zbiornika Jeziorsko w latach 1986-1996. Notatki Ornitologiczne 39: 121-150.

Jelonek M. 2002. Znaczenie dla środowiska i gospodarki rybackiej starorzeczy oraz innych zbiorników wodnych w terenie zalewowym. Supplementa ad Acta Hydrobiologica 3: 29-35.

Jelonek M., Amirowicz A. 1987. Composition, density and biomass of the ichthyofauna of the Goczałkowice Reservoir (Southern Poland). Acta Hydrobiologica 29: 253-259.

Jelonek M., Godlewska M. 2000. Ichtiofauna. W: Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. (red.). Zbiornik Dobczycki: Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona. ZBW PAN, Kraków: 137-148.

Jelonek M., Żurek R. 2006. Ichtiofauna rzeki Wisły i wybranych dopływów – Struktura gatunkowa. W: Żurek R. (red.). Ichtiofauna i status ekologiczny wód Wisły, Raby, Dunajca i Wisłoki. IOP/ZBE Kraków: 57-78.

Jodice P.G.R., Roby D.D., Suryan R.M., Irons D.B., Kaufman A.M., Turco K.R., Visser G.H. 2003. Variation in energy expenditure among Black-Legged Kittiwakes: Effects of activity-specific metabolic rates and activity budgets. Physiological and Biochemical Zoology 76, 3: 375–388.

Kajak Z. 1998. Hydrobiologia – Limnologia. PWN, Warszawa.

Kasza H. 1995. Symptomy eutrofizacji a sukcesja ekologiczna w Goczałkowickim zbiorniku zaporowym. W: Zalewski M. (red.) Zintegrowana strategia ochrony i zagospodarowania ekosystemów wodnych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź: 143-154.

Kasza H., Winohradnik J. 1986. Development and structure of the Goczałkowice Reservoir ecosystem. VII. Hydrochemistry. Ekologia polska 34, 3: 365-395.

Keller T. 1995. Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis wintering in Bavaria, southern Germany. Ardea 83, 1: 185-192.

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.

Kersten M., Britton R.H., Dugan P.J., Hafner H. 1991. Flock feeding and food intake in little egrets: the effect of prey distribution and behavior. Journal of Animal Ecology 60: 241-252.

Koffijberg K., Van Eerden M.R. 1995. Sexual dimorphism in the Cormorant *Phalacrocorax carbo* sinnensis: possible implications for differences in structural size. Ardea 83, 1: 37-46.

Kołodziejczyk A., Koperski P., Kamiński M. 1998. Klucz do oznaczania słodkowodnej makrofauny bezkręgowej. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

Kubečka J. 1993. Succession of fish communities in reservoirs of Central and Eastern Europe. W: Straškraba M., Tundisi J.G., Duncan A. (red.). Comparative reservoir limnology and water quality management. Kluver Acad. Publ.: 153-168.

http://rcin.org.pl

Kubečka J., Seďa J., Duncan A., Matěna J., Ketelaars H.A.M., Visser P. 1998. Composition and biomass of the fish stocks in various European reservoirs and ecological consequences. International Review of Hydrobiology 83: 559-568.

Kubetzki U., Garthe S. 2003. Distribution, diet and habitat selection by four sympatrically breeding gull species in south-eastern North Sea. Marine Biology 143, 1: 199-207.

Kukuła K. 2003. Structural changes in the ichtyofauna of the Carpathian tributaries of the River Vistula caused by anthropogenic factors. Supplementa ad Acta Hydrobiologica 4: 1-63.

Lammi E., Ulfvens J. 1988. Diving times and feeding success in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in lake and archipelago in Finland. Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica 64: 169-172.

Lampert W., Somer U. 2001. Ekologia wód śródlądowych. PWN, Warszawa.

Lane S.J., Fujioka M. 1998. The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (*Ardeidae*) in the rice fields of Central Japan. Biological Conservation 83, 2: 221-230.

Lekuona J.M. 1999. Food and foraging activity of grey herons, *Ardea cinerea*, in a coastal area during the breeding season. Folia Zoologica 48, 2: 123-130.

Lindell L., Mellin M., Musil P., Przybysz J., Zimmerman H. 1995. Status and population development of breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis of the central European flyway. W: Van Eerden M.R., Koffijberg K., Platteeuw M. (red.). Riding on the crest of the wave – possibilities and limitations for a thriving population of Cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in man-dominated wetlands. Ardea 83, 1: 81-93.

MacArthur R.H. 1972. Geographical ecology. Harper and Row. New York.

MacArthur R.H., Pianka E.R. 1966. On optimal use of a patchy environment. American Naturalist, 100: 603-609.

Madsen F.J. 1957. On the food habits of some fish-eating birds in Denmark. Dan. Rev. Game Biol. 3: 19-83.

Malling Olsen K., Larsson H. 2004. Gulls of Europe, Asia and North America. Christopher Helm, London.

Marion L. 1984. Mise en evidence par biotelemetrie de territories alimentaresindividuels chez un oiseau colonial, le heron cendre *Ardea cinerea*. Mecanisme de repartition et de regulation des effectifs des colonies de herons. Oiseau R.T.F. 54: 1-78.

Marion L. 1989. Territorial feeding and colonial breeding are not mutually exclusive: the case of Grey Heron (*Ardea cinerea*). Journal of Animal Ecology 58: 693-710.

Marion L., Marion P. 1987. Conséquences de la protection du héron cendré sur sa dynamique de population et sur ses stratégies d'occupation de l'espace en France. Rev. Ecol. (Terre Vie) Suppl. 4: 261-270.

Markowski J. 1982. Ptaki Doliny Pilicy – projektowanej strefy Krajobrazu Chronionego. Ochrona Przyrody 44: 163-217.

Markuze V.K. 1965. K ekologii poganok v svjazi s rybovodstvom v deltje Volgi. Ornitologija 7; 244-257.

Marquiss M., Leitch A.F. 1990. The diet of Grey Herons *Ardea cinerea* breeding at Loch Leven, Scotland, and the importance of their predation on ducklings. Ibis 132: 535–549.

Martyniak A., Mellin M., Stachowiak P., Wittke A. 1997. Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo* in two colonies in north-eastern Poland. Ekologia polska 45, 1: 245.

Martyniak A., Wziątek B., Szymańska U., Hliwa P., Terlecki J. 2003. Diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinenesis at Kąty Rybackie, NE Poland, as assessed by pellets and regurgitated prey. Vogelwelt 124, Suppl.: 217-225.

Mastyński J. 1985. Gospodarka rybacka i możliwości produkcyjne wybranych zbiorników zaporowych Polski. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe 146: 1-60.

Mazurkiewicz-Boroń G. 2000. Parametry siedliskowe i troficzne. W: Starmach J. i Mazurkiewicz-Boroń G. (red.). Zbiornik Dobczycki: Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona. ZBW PAN, Kraków: 63-80.

http://rcin.org.pl

Mazurkiewicz-Boroń G. 2002. Czynniki kształtujące procesy eutrofizacyjne w podgórskich zbiornikach zaporowych. Supplementa ad Acta Hydrobiologica 2: 1-68.

Mellin M. 1990. Wstępne wyniki sekcjonowania kormoranów (*Phalacrorocorax carbo*) odstrzelonych na Mazurach wiosną 1987 roku. Notatki Ornitologiczne 31: 53-60.

Mellin M., Mirowska-Ibron I. Results of Cormorant *Phalacrocorax carbo* control in north-eastern Poland in 1987-1992. Ekologia polska 45, 1: 305-308.

Mellin M., Mirowska-Ibron I., Martyniak A. 1997. Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo* shot at two fish farms in north-eastern Poland. Ekologia polska 45, 1: 247.

Milstein P.L., Prestt I., Bell A.A. 1970. The breeding cycle of the Grey heron. Ardea 58: 171-257.

Moser M.E. 1986. Prey profitability for adult Grey Herons *Ardea cinerea* and the constrains on prey size when feeding young nestlings. Ibis 128: 392–405.

Neubauer G., Zagalska-Neubauer M., Gwiazda R., Faber M., Bukaciński D., Betleja J., Chylarecki P. 2006. Breeding large gulls in Poland: distribution, numbers, trends and hybridization. Die Vogelwelt 127: 11-22

Noordhuis R., Marteijn E.C.L., Noordhuis R., Dirksen S., Boudewijn T.J. 1997. The trophic role of cormorants *Phalacrocorax carbo* in freshwater ecosystems in the Netherlands during non-breeding period. Ekologia polska 45, 1: 249-262.

Nowysz-Wesołowska W. 1977. Obserwacje ptaków wodno-błotnych zbiornika zaporowego na Wiśle pod Włocławkiem w okresie wędrówek. Acta Zoologica Cracoviensia 21: 501-516.

Odum E. 1982. Podstawy ekologii. Wyd. 3. PWRiL, Warszawa.

Oleksik I. 1992. Ptaki Zbiornika Łąka (województwo katowickie). Ptaki Śląska 9: 49-60.

Opacak A., Florijancic T., Horvat D., Ozimec S., Bodakos D. 2004. Diet spectrum of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) at the Donji Miholjac carp fishponds in eastern Croatia. European Journal of Wildlife Research 50, 4: 173-178.

Ostański M., Szlama D., Chrul Z., Profus P. 2000. Awifauna Zbiornika Retencyjnego Dzierżno Duże na Górnym Śląsku. 1. Rola zbiornika dla zimowania ptaków wodnych i wodno-błotnych. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 56, 5: 5-30.

Owen D.F. 1955. The food of the Heron (*Ardea cinerea*) in the breeding season. Ibis 97: 276–295.

Peris S.J., Briz F.J., Campos F. 1994. Recent changes in the food of the Grey Heron *Ardea cinerea* in central-west Spain. Ibis 136, 4: 488-489.

Pierotti R., Annett C.A. 1990. Diet and reproductive output in seabirds. BioScience 40, 8: 568-574.

Pierotti R., Annett C.A. 1991. Diet choice in the herring gull: constraints imposed by reproductive and ecological factors. Ecology 72, 1: 319-328.

Piersma T. 1988. Body size, nutrient reserves and diet of Red-necked and Slavonian Grebes *Podiceps grisegena* and *P. auritus* on Lake IJsselmeer, The Netherlands. Bird Study 35: 13-24.

Piersma T., Van Eerden M. 1989. Feather eating in Great Crested Grebe *Podiceps cristatus*: a unique solution to the problems of debris and gastric parasites in fish-eating birds. Ibis 131: 477-486.

Piersma T., Wiersma P., Van Eerden M. 1997. Seasonal changes in the diet of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* indicate the constrains on prey choice by solitary pursuit-diving fish-eaters. W: Van Eerden M. (red.). Patchwork – patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Lelystad: 351-376.

Platteeuw M., Kiss B., Zhmud M.Y., Sadoul N. 2003. Colonial waterbirds and their habitat use in the Danube Delta, as an example of a large-scale natural wetland. RIZA report. Lelystad.

http://rcin.org.pl

Platteeuw M., Koffijberg K., Dubbeldam W. 1995. Growth of Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* chicks in relation to brood size, age ranking and parental fishing effort. Ardea 83, 1: 235-245.

Platteeuw M., Van Eerden M.R. 1995. Time and energy constraints of fishing behaviour in breeding Cormorants *Phalacrcorax cabo sinensis* at Lake IJsselmeer, The Netherlands. Ardea 83, 1: 223-234.

Platteeuw M., Van Eerden M.R. 1997. Sex-dependent differences in exploitation of fish stocks in Red-breasted Mergansers *Mergus serrator* utilising a two-prey system in winter. W: Van Eerden M. (red.). Patchwork – patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Lelystad: 401-420.

Pławilszczikow N. 1968. Klucz do oznaczania owadów. PWRiL, Warszawa.

Pociecha A., Amirowicz A. 2003. An attempt to determine the share of zooplankton in food consumed by fish in the limnetic zone of a eutrophic dam reservoir. Oceanological and Hydrobiological Studies 32, 2: 15-31.

Prejs A. 1978. Eutrofizacja jezior a ichtiofauna. Wiadomości Ekologiczne 24: 201-208.

Prejs A. 1988. Biomanipulacja V. Ryby drapieżne jako czynnik ograniczający zagęszczenie ryb planktonożernych. Wiadomości Ekologiczne 34: 295-306.

Prejs A., Lewandowski K., Stańczykowska A. 1990. Size selective-predation by roach (*Rutilus rutilus*) on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*): field studies. Oecologia 83: 378-384.

Profus P., Ostański M., Szlama D. 2002. Awifauna Zbiornika retencyjnego Dzierżno Duże na Górnym Śląsku. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 58, 3: 29-34.

Przybysz J. 1997. Kormoran. Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodniczego, Świebodzin.

Przybysz J., Mellin M., Mirowska-Ibron I., Przybysz A., Gromadzka J. 1997. Recent Development of the cormorant *Phalacrocorax carbo* sinensis population in Poland. Ekologia polska 45, 1: 111- 115.

Pucek Z. 1981. Keys to vertebrates of Poland. Mammals. PWN, Warszawa.

Russell I.C., Cook A.C., Kinsman D.A., Ives M.J., Lower M.J. 2003. Stomach content analysis of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* at some different fishery types in England and Wales. Vogelwelt 124, Suppl.: 255-259.

Rojek M. 2005. Ptaki Zbiornika Rybnickiego i okolicy w latach 1994-2005. Scripta Rudensia 14: 15-29.

Schmid D., Grémillet D.J.H., Culik B.M. 1995. Energetics of underwater swimming in the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* sinensis). Marine Biology 123: 875-881.

Seiche K. 2002. Bestand und Nahrunsspektrum des Kormorans (*Phalacrocorax carbo* sinenesis) in den sachsichen Teichgebieten als Grundlage fur eine Schadensbewertung. W: Der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Teichbewirtschaftung. 1. Sachsische Landesstiftung Natur und Umwelt Akademie, Dresden: 38-44.

Seiche K. 2003. The conflicts between Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis and carp fish farming: attempted resolution and strategy in Saxony, Germany. Vogelwelt 124, Suppl.: 349-354.

Sidło P.O., Błaszkowska B., Chylarecki P. (red.) 2004. Ostoje ptaków o znaczeniu europejskim w Polsce. OTOP, Warszawa.

Simmons K.E.L. 1955. Studies on Great Crested Grebes. Avic. Mag. 61: 3-13, 93-102, 131-146, 181-201, 235-253, 294-316.

Simmons K.E.L. 1956. Feather-eating and pellet-formation in the Great Crested Grebe. British Birds 66: 30-31.

Sjöberg K. 1988. Food selection, food-seeking patterns and hunting success of captive Goosanders *Mergus merganser* and Red-breasted Mergansers *M. serrator* in relation to the behaviour of their prey. Ibis 130: 79-93.

Skórka P., Wójcik J., Martyka R. 2005. Colonization and population growth of Yellow-legged Gull *Larus cachinnans* in southeastern Poland: causes and influence on native species. Ibis 147: 471-482.

http://rcin.org.pl

Snow D.W., Perrins C.M. 1998. The birds of the Western Palearctic. Concise Edition, Oxford.

Sokal R.R., Rohlf J. 1987. Introduction to biostatistics. W. H. Freeman and Company, New York.

Sokołowski J. 1967. Perkoz dwuczuby. Nasza Księgarnia, Warszawa.

Sokołowski J. 1972. Ptaki Ziem Polskich. 2. PWN, Warszawa.

Spaans A.L. 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* Pont. In the northern part of the Netherlands. Ardea 59: 75-240.

Starmach J. 1986. Development and structure of the Goczałkowice Reservoir ecosystem. XV. Ichthyofauna. Ekologia polska 34, 3: 515-521.

Stawarczyk T., Karnaś A. 1992. Sukcesja lęgowych ptaków wodno-błotnych na Zbiorniku Turawskim w latach 1977--1991. Ptaki Śląska 9: 1-15.

Stempniewicz L., Goc M., Nitecki C. 1998. O potrzebie badań ekologicznych nad kormoranem *Phalacrocorax carbo* w Polsce. Notatki Ornitologiczne 39, 1: 33-45.

Stempniewicz L., Martyniak A., Borowski W., Goc M. 2003a. Fish stocks, commercial fishing and cormorant predation in the Vistula Lagoon, Poland. W: Cowx I.G. (red.). Interactions between fish and birds: implications for management. Blackwell Science Ltd, Oxford: 51-64.

Stempniewicz L., Martyniak A., Borowski W., Goc M. 2003b. Interrelationships between Rufie *Gymnocephalus cernuus* and Great Cormorants *Phalacrocrax carbo* sinensis in the Vistula Lagoon, N Poland. Vogelwelt 124, Suppl.: 261-269.

Stephens D.W., Krebs J.R. 1986. Foraging theory. Princeton University Press, Princeton.

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.

Strod T., Arad Z., Izhaki I., Katzir G. 2004. Supplemental data: Cormorants keep their power: Visual resolution in pursuit-diving bird udnder amphibious and turbin conditions. Current Biology 14, 10.

Suter W. 1997a. Diet selection by cormorants *Phalacrocorax carbo* in inland central Europe in the non-breeding season. Ekologia polska 45, 1: 265.

Suter W. 1997b. Cormorant *Phalacrocorax carbo* predation on salmonid fish in two Swiss rivers: the use and abuse of fisheries data and impact assesment. Ekologia polska 45, 1: 311-312.

Tomiałojć L., Stawarczyk T. 2003. Awifauna Polski. Rozmieszczenie, liczebność i zmiany. 1. Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „Pro Natura", Wrocław.

Trauttmansdorff J. 2003. Analysis of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* sinensis stomach contents from different areas of Austria and Liechtenstein. Vogelwelt 124, Suppl.: 271-276.

Trolliet B. 2002. Cormorant and extensive fish-farming in France. W: Der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Teichbewirtschaftung. 1. Sachsische Landesstiftung Natur und Umwelt Akademie, Dresden: 60-67.

Tucker V.A. 1972. Metabolism during flight in the Laughing Gull, *Larus atricilla*. American Journal of Physiology 222: 237-245.

Ulenaers P., Van Vessem J., Dhondt A.A. 1992. Foraging of the great crested grebe in relation to food supply. Journal of Animal Ecology 61: 659-667.

Ulfvens J. 1988. Comparative breeding ecology of the Horned Grebe *Podiceps auritus* and the Great Crested Grebe Podiceps cristatus: archipelago versus lake habitats. Acta Zoologica Fennica 183: 1-75.

Utschick H. 1982. Nahrungsgrundlagen und Aktivitätsmuster des Graureihers (*Ardea cinerea*) in Bayern. Garmischer Vogelkundlicher Bericht. 10: 52-72.

http://rcin.org.pl

Utschick H., Buchberger J. 1980. Aufenthalt und Jagdaktivitäten des Graureihers in gebieten unterschiedlicher Funktion: Rast und Nahrungssuche. Garmischer Vogelkundlicher Bericht 7: 9-27

Van Eerden M.R., Gregersen J. 1995. Long-term changes in the northwest European population of Cormorants *Phalacrocorax carbo*. W: Van Eerden M.R., Koffijberg K., Platteeuw M. (red.). Riding on the crest of the wave – possibilities and limitations for thriving population of Cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in man-dominated wetlands. Ardea 83, 1: 61-80.

Van Eerden M.R., Piersma T., Lindeboom R. 1993. Competive food exploitation of smelt Osmerus eperlanus by great crested grebe *Podiceps cristatus* and perch *Perca fluviatilis* at Lake IJsselmeer, The Netherlands. Oecologia 93: 463--474.

Van Eerden M.R., Voslamber B. 1995. Mass fishing by cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis at Lake IJsselmeer, The Nethelands: a recent and successful adaptation to a turbid environment. Ardea 83, 1: 199-212.

Van Eerden M.R., Zijlstra M. 1997. An overview of the species composition in the Dutch cormorants with reference to the possible impact on fisheries. Ekologia polska 45, 1: 223-232.

Van Rijn S., Van Eerden M. 1999. Aalscholvers in het IJsselmeergebied in 1998. RIZA, Lelystad.

Van Vessem J., Draulans D. 1987. Spatial distribution and time budget of radio-tagged grey herons, *Ardea cinerea*, during the breeding season. Journal of Zoology, London 213: 507-534.

Veldkamp R. 1995a. The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by Cormorants *Phalacrocorax carbo*. Ardea 83, 1: 135-138.

Veldkamp R. 1995b. Diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis at Wanneperveen, The Netherlands, with special reference to Bream *Abramis brama*. Ardea 83, 1: 143-156.

Vercruijsse H.J.P., Stienen E.W.M., Van Waeyenberge J. 2002. First pure pairs of Yellow-legged Gull *Larus* [*cachinnans*] michahellis along the North Sea coasts. Atlantic Seabirds 4, 3: 127-129.

Voisin C. 1991. The herons of Europe. T & AD Poyser, London.

Walasz K., Mielczarek P. 1992. Atlas ptaków lęgowych Małopolski 1985-1991. Biologica Silesiae, Wrocław.

Wiehle D. 2002. Birds of the fishponds in Spytkowice in the years 1995-2000. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 58, 1: 25-61.

Wiersma P., Piersma T., Van Eerden M.R. 1995. Food intake of Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* wintering on cold water as a function of various cost factors. Ardea 83: 339-350.

Winfield I.J. 1990. Predation pressure from above: observations on the activities of piscivorous birds at shallow eutrophic lake. Hydrobiologia 191: 223-231.

Wiśniewolski W., Borzęcka I., Buras P., Szlakowski J., Woźniewski M. 2001. Fish fauna of the Lower and Middle Vistula River – present state and threats. Roczniki PZW, Suppl. 14: 137-155.

Wolter C., Pawlizki R. 2003. Seasonal and spatial variation in cormorant predation in a lowland floodplain river. W: Cowx I.G. (red.). Interactions between fish and birds: Implications for management. Blackwell Science Ltd, Oxford: 178-186.

Wróbel S. 1976. Zbiorniki zaporowe. W: Starmach J., Wróbel S., Pasternak K. (red.). Hydrobiologia. PWN, Warszawa: 324-335.

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 124, Suppl.: 291-295.

Zijlstra M., Van Eerden M. R. 1995. Pellet production and the use of otholiths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensis: trials with captive birds. Ardea 83, 1: 123-131.

http://rcin.org.pl

Zeszyty STUDIA NATURAE wydane w ostatnich latach
Recently published fasciles of STUDIA NATURAE

Kotańska M. 1993. Response of wet meadows of the *Calthion* alliance to variations of weather and management practices – a thirteen-year study of permanent plots (Reakcja wilgotnych łąk ze związku *Calthion* na zmienność pogody i sposób użytkowania – 13 lat badań na stałych poletkach). Studia Naturae 40.

Wpływ narciarstwa i turystyki pieszej na przyrodę masywu Pilska (The impact of skiing and hiking on the nature of the Pilsko Massif). 1996. Opr. zbiorowe pod red. A. Łajczaka, S. Michalika i Z. Witkowskiego. Studia Naturae 41.

Geoochrona Beskidu Sądeckiego i Kotliny Sądeckiej (Geoconservation of the Beskid Sądecki Mountains and the Sącz Basin, Polish Carpathians). 1996. Opr. zbiorowe pod red. Z. Alexandrowicz. Studia Naturae 42.

Barabasz B. 1997. Zmiany roślinności łąk w północnej części Puszczy Niepołomickiej w ciągu 20 lat (Changes in the meadows of the northern part of the Niepołomice Forest). Studia Naturae 43.

Environmental degradation in the Czarna Wisełka and Biała Wisełka catchments, Western Carpathians [Degradacja środowiska w zlewniach Czarnej Wisełki i Białej Wisełki (Karpaty Zachodnie)]. 1998. Opr. zbiorowe pod red. S. Wróbla. Studia Naturae 44.

Zarzycki J. 1999. Ekologiczne podstawy kształtowania ekosystemów łąkowych Babiogórskiego Parku Narodowego (Ecological principles of meadow ecosystem management in the Babia Góra National Park, Western Carpathians). Studia Naturae 45.

Groty Kryształowe w kopalni soli Wieliczka (Crystal caves in the Wieliczka salt mine). 2000. Opr. zbiorowe pod red. Z. Alexandrowicz. Studia Naturae 46.

Jakubiec Z. 2001. Niedźwiedź brunatny *Ursus arctos* L. w polskiej części Karpat (The brown bear *Ursus arctos* L. in the Polish part of the Carpathians). Studia Naturae 47.

Gonera M. 2001. Otwornice (Foraminiferida) i paleośrodowisko formacji badenianu (miocen środkowy) na obszarze Górnego Śląska [Foraminiferida and paleoenvironment of the Badenian formations (Middle Miocene) in Upper Silesia (Poland)]. Studia Naturae 48.

Charakterystyka i mapa zbiorowisk roślinnych Pienińskiego Parku Narodowego (Characteristics and map of plant communities of the Pieniny National Park). Opr. zbiorowe pod red. R. Kaźmierczakowej. Studia Naturae 49.

Profus P. 2006. Zmiany populacyjne I ekologia rozrodu bociana białego *Ciconia ciconia* L. w Polsce na tle populacji Europejskiej. Synteza. (Population changes and breeding ecology of the white stork *Ciconia ciconia* L. in Poland against a background of the European population. Synthesis). Studia Naturae 50.

Inne wydawnictwa Instytutu Ochrony Przyrody PAN
Other publications of the Institute of Nature Conservation of the Polish Academy of Sciences

NATURE CONSERVATION – rocznik, wydawnictwo naukowe (annual, scientific publication)

CHROŃMY PRZYRODĘ OJCZYSTĄ – dwumiesięcznik, czasopismo popularno-naukowe
LET US PROTECT THE INDIGENOUS NATURE OF OUR HOMELAND – bimonthly, popular scientific periodical

SUPPLEMENTA ad ACTA HYDROBIOLOGICA – wydawnictwo naukowe (scientific publication)

Wszystkie pozycje wydawnicze można nabyć w Instytucie Ochrony Przyrody PAN, al. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków, tel. 634-48-65 w. 112. Można je również otrzymać za zaliczeniem pocztowym.

http://rcin.org.pl

II 412/62

http://rcin.org.pl