

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



Bc. Jakub Mach

**Analýza fotografických záznamů nerybí kořisti v potravě vybraných druhů
rybožravých ptáků**
*Analysis of photo-records of non-fish prey in the diet of selected species of fish-eating
birds*

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Martin Čech, Ph.D.

Praha, 2020

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Martina Čecha, Ph.D, pouze za použití citovaných zdrojů. Předložená tištěná verze této práce je totožná s verzí vloženou do SIS.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych touto cestou velmi poděkovat za odpovědné vedení, cenné rady, poskytnuté materiály a velkou dávku trpělivosti vedoucímu své práce a zároveň školiteli doc. RNDr. Martinu Čechovi, Ph.D.

Abstrakt

Rybožraví ptáci bývají často viněni z působení značných škod na rybích populacích. K určování složení jejich potravy se užívá různých metod, z nichž prakticky každá má limity ve schopnosti odhalit kompletní potravní spektrum. Tato práce mapuje celkové složení potravy 14 druhů rybožravých ptáků běžně nepoužívanou metodou, a to pomocí analýzy veřejně dostupných fotografií ze serveru Google.com. Blíže je pak u každého řešeného ptáka určováno druhové složení nerybí části kořisti a v případě kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*), také délka jím lovených ryb. Cílem práce je odhalit míru využitelnosti této metody pro uvedené účely. Celkem bylo analyzováno 2350 dohledaných fotografií. Výsledky získané analýzou fotografií jsou ve všech případech porovnávány s daty v dostupné literatuře. U zástupců volavkovitých (Ardeidae) ptáků poskytla analýza fotografií dobrou informaci o potravním spektru jednotlivých ptáků i o kvalitativním složení nerybí složky. Stejně tak poskytla poměrně dobře odpovídající informaci o potravě orla mořského (*Haliaeetus albicilla*), avšak mírně podhodnocena byla ptačí část kořisti. V potravě potápky roháče (*Podiceps cristatus*) zastupovala nerybí složka potravy 9,4 %. Potravu orlovce říčního (*Pandion haliaetus*) tvořily kromě čtyř zástupců žraloků pouze ryby. V potravě čápa černého (*Ciconia nigra*) byly na 84 analyzovaných fotografiích zachyceny pouze 4 ks jiné než rybí kořisti. Průměrná velikost ryb zachycených jako kořist kormorána velkého na fotografiích dosahovala 22,3 cm. Nejmenší úlovek byl dlouhý 8 cm a největší 50 cm. Slabina metody analýzy fotografií spočívá především v zachycení velikostně malé kořisti. To se nejvíce projevuje u hmyzu, který je na fotografiích zachycen jen v malém počtu případů. Stejně tak se projevuje v případě velikosti zachycených ryb. Na fotografiích jsou podhodnoceny zejména ryby o délce pod 10 cm, a naopak nadhodnoceno je zastoupení ryb o délce 30 cm a více.

Klíčová slova: rybožraví ptáci, potrava, kořist, fotografie, kormorán velký, volavkovití, potápka roháč, orel mořský, čápovití

Abstract

Piscivorous birds are often blamed for causing significant damage to fish stocks. Various methods are used to determine the composition of their food, each of them has limits in its ability to determine the complete food spectrum. This work maps the complete food composition of 14 species of fish-eating birds with a method that is not commonly used. Method used in this work uses analysis of publicly available photos on Google.com. In addition to the complete composition of the food, the species composition of the non-fish part of the prey was also determined, and in the case of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*), also the length of the fishes it catches. The aim of this work is to reveal the usability of this method for these purposes. A total of 2350 retrieved photographs were analyzed. The results obtained by photo analysis are in all cases compared with data in the available literature. For representatives of heron birds (Ardeidae), the analysis of photographs provided good information on the food spectrum of individual birds and on the qualitative composition of the non-fish component. It also provided relatively good information on the diet of the White-tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*), but the bird part of the prey was slightly underestimated. In the diet of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*), the non-fish food component represented 9.4%. Apart from the four representatives of sharks, the food composition of the Osprey (*Pandion haliaetus*) consisted only of fish. Only 4 pieces of non-fish prey were captured in the diet of the Black Stork (*Ciconia nigra*) in 84 analyzed photographs. The average size of fish captured by the Great Cormorant in the photographs was 22.3 cm. The smallest catch was 8 cm long and the largest 50 cm long. The weakness of the used method lies mainly in the capture of small prey. This is most evident on insect prey and the smallest fish prey, which is captured on photographs in only a small number of cases. Fishes with a length of less than 10 cm are underestimated, and on the contrary, the representation of fishes with a length of 30 cm and more are overestimated.

Key words: Piscivorous birds, Food, Prey, Photograph, Great Cormorant, Herons, Great Crested Grebe, White-tailed Eagle, Storks

Obsah

1 Úvod a cíle práce	8
2 Hypotézy.....	12
3 Teoretická část.....	13
3.1 Použití volně dostupných fotografií pro analýzu potravy ledňáčka říčního	13
3.2 Metody analýzy složení potravy.....	13
3.2.1 Pelety.....	15
3.2.2 Regurgitáty.....	16
3.2.3 Trávicí trakty.....	16
3.2.4 Zbytky potravy	17
3.2.5 Vizualní pozorování	17
3.3 Volba vhodné metody v závislosti na druhu predátora.....	17
3.4 Ryby v potravě kormorána velkého	20
3.4.1 Délka a měření zobáku kormorána velkého	21
4 Metodika	22
4.1 Získávání fotografií pro analýzu složení potravy.....	22
4.2 Třídění fotografií a vyloučení duplicit.....	23
4.3 Určování druhu kořisti na fotografiích	23
4.3.1 Porovnání kvalitativního a kvantitativního složení potravy.....	24
4.4 Určení velikosti ryb lovených kormoránem velkým	24
4.4.1 Měření velikosti ryb a délky zobáku na fotografiích	25
4.4.2 Porovnávání výsledků měření s dostupnými daty.....	25
5 Výsledky a diskuse	27
5.1 Čápovítí.....	27
5.1.1 Kvantitativní složení potravy	27
5.1.2 Kvalitativní složení nerybí části potravy.....	31
5.2 Kormorán velký	33
5.2.1 Potravní spektrum a druhové složení nerybí kořisti.....	33
5.2.2 Velikost ryb lovených kormoránem.....	34
5.3 Morčák velký	42
5.4 Orel mořský	43
5.4.1 Kvantitativní složení potravy	43
5.4.2 Kvalitativní složení nerybí kořisti.....	45
5.5 Orlovec říční	46

5.6 Potápka roháč	47
5.6.1 Celkové potravní spektrum a druhové složení nerybí kořisti.....	47
5.7 Volavkovití	48
5.7.1 Kvantitativní složení potravy	48
5.7.2 Druhové složení nerybí kořisti	53
6 Závěr	60
7 Seznam použité literatury	63
8 Přílohy	77

1 Úvod a cíle práce

Rybožraví ptáci (Aves) se často stávají předmětem konfliktů, a to zejména s komerčními a také amatérskými rybáři (např. Carrs a Marzano 2005, Andreska et al. 2007, Kloskowski 2011, Manikowska-Ślepowrońska et al. 2015). V potravě rybožravých ptáků řešených v této práci (Tab. 1) zastupuje obvykle rybí (Pisces) kořist ve většině případů více než poloviční část z jejího celkového složení (např. Owen 1955, Fasola 1994, Stewart et al. 2005, Hampl et al. 2007, Žydėlis a Kontautas 2008 a Glass a Watts 2009). V důsledku toho jsou někteří z těchto ptáků viněni z působení značných škod na rybích populacích (Mareš et al. 2019). Obraz rybožravých ptáků může být z uvedených důvodů vnímán záporně i širší veřejností.

Tato skutečnost se nejvíce projevuje u kormorána velkého jakožto nejvýznamnějšího rybožravého predátora kontinentální Evropy. Evropská populace kormorána velkého setrvale narůstá (zejména poddruhu *Phalacrocorax carbo sinensis*) (Fonteneau et al. 2009), a to především v Dánsku, Švédsku, Německu a Polsku. Pro území České republiky je podstatný především počet zimujících a protahujících jedinců, jejichž počty se pohybují v řádu desítek tisíc jedinců ročně (Musil 2013). Počty hnízdících ptáků narůstají jen pomalu, či spíše stagnují a oscilují okolo 300 hnízdících párů (Musil et al. 2016). Mimo přímých škod působených požíráním ryb je kormorán velký viněn rybáři také z toho, že se nevyhýbá ani rybám větší velikosti, které nedokáže polknout a při pokusu o jejich ulovení je pouze zraní. Pokud je ryba poraněna a útok kormorána přežije, mohou zraněné místo napadnout např. plísně přítomné ve vodě. Hejna lovicích kormoránů rybám také způsobují značný stres. Všechny tyto interakce snižují přírůstky ryb a viditelně zraněné ryby se pak také hůře prodávají. V tomto důsledku se snižuje ekonomický výnos rybářských společností (Adámek et al. 2007, Kortan et al. 2008, Kortan a Adámek 2011, Kortan et al. 2011).

Tento konflikt je v České republice dobře znatelný i na změnách způsobu kormoránovy ochrany. Za posledních 28 let byl na území České republiky kormorán velký chráněn nejen zákonem č. 114/1992 Sb. a paragrafem 5, jako všechny ostatní druhy ptáků (obecná ochrana), ale i vyhláškou č. 395/1992 Sb., ve které byl od roku 1992 veden jako ohrožený druh. K 1. dubnu 2013 byl však z této vyhlášky vyjmut. V důsledku jeho vyjmutí ze zvláště chráněných druhů přestaly být vypláceny náhrady za škody jím

působené podle zákona č. 115/2000 Sb. o nahrazování škod způsobených zvláště chráněnými živočichy. To vedlo k protestům z řad rybářů, v jejichž důsledku byl přijat zákon č. 197/2017 Sb., který opět umožnil vyplácení náhrad státem za škody způsobené kormoránem velkým pro roky 2018, 2019 (100% náhrada prokázaných škod) a 2020 (80% náhrada prokázaných škod). V České republice je pak od roku 2018 usnesením vlády České republiky ze dne 24. října 2018 č. 684 o nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 30/2014 Sb. státem placeno zástřelné 500 Kč za jednoho kormorána.

Ze zástupců volavkovitých (Ardeidae) ptáků se do konfliktů s rybáři kvůli požíraným rybám dostávají především volavka popelavá (*Ardea cinerea*) a volavka bílá (*Ardea alba*) (Kloskowski et al. 2011, Manikowska-Ślepowrońska et al. 2015). Z působení škod na rybích populacích jsou často viněni také potápka roháč (*Podiceps cristatus*) (Martinoli et al. 2003) a morčák velký (*Mergus merganser*) (Marquiss a Duncan 1994, Kajtoch et al. 2017) a v některých případech pak také orel mořský (*Haliaeetus albicilla*) a orlovec říční (*Pandion haliaetus*) (Tuvi a Väli 2007).

Tato práce se u 14 vybraných druhů rybožravých ptáků (Tab. 1), zabývá rekonstrukcí kompletního potravního spektra, druhovou analýzou nerybí části jejich kořisti a v případě kormorána velkého, jakožto nejvýznamnějšího rybožravého predátora kontinentální Evropy, i velikostí jím lovených ryb. Nejčastěji používané metody pro analýzu potravy těchto ptáků pracují s částečně natrávenou, či zcela strávenou potravou (Tab. 2). Složení takového vzorku je tedy závislé také na tom, zda došlo ke kompletnímu rozložení určitého druhu kořisti trávicím systémem ptáka (Owen 1955, Rosin a Kwiecieński 2011). Výsledná data mohou být tedy v závislosti na použité metodě velmi rozdílná (např. Antczak et al. 2002, Kosicki et al. 2006 u čápa bílého (*Ciconia ciconia*)). Složení potravy všech řešených rybožravých ptáků i délka lovených ryb kormoránem velkým je v této práci určována pomocí analýzy volně dostupných fotografií získaných z databáze Google.com. Tato metoda tak nepracuje s žádným podobným materiálem jako běžně užívané postupy, pouze s volně dostupnými fotografiemi. Rybožraví ptáci řešení v této práci, byli vybráni tak, aby mohla být metoda otestována na zástupcích různorodých rybožravých ptačích druhů a čeledí, a aby tak mohla být co nejlépe ověřena její využitelnost pro analýzu složení jejich potravy.

Metodu analýzy veřejně dostupných fotografií a videozáznamů dohledatelných pomocí internetu použili Wildermuth a Schneider (2014) a Čech a Čech (2017b) pro

rekonstrukci druhového složení potravy ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). Autoři těchto dvou prací takto v ledňáčkově potravě odhalili druhy nerybí kořisti, které nejsou ve studiích užívajících konvenční metody pro rekonstrukci jeho potravy běžně uváděny (např. Raven 1986, Vilches et al. 2013).

Všechny v této práci řešené ptačí druhy, se alespoň v některé části svého života vyskytují na území České republiky (Hudec et al. 2005) a 12 z nich je na jejím území v současné době zvláště chráněno dle vyhlášky č. 395/1992 zákona č. 114/1992 Sb. (viz Tab. 1). Jedním z dílčích cílů této práce je tak přinést pomocí analýzy volně dostupných fotografií další informace o složení jejich potravy a zejména důležitosti její nerybí složky. Tyto informace by mohly napomoci k upřesnění složení jejich kořisti, a tím případně ke zlepšení jejich reputace.

Hlavní cíle této práce jsou:

Určit kompletní druhové složení nerybí potravy řešených rybožravých ptáků pomocí analýzy volně dostupných fotografií získaných z veřejné databáze Google.com.

Zjistit, jak validní informace může přinést metoda analýzy fotografií o potravním spektru řešených rybožravých ptáků pomocí porovnání s daty uváděnými v literatuře.

Určit z analyzovaných fotografií délku ryb lovených kormoránem velkým, porovnat ji s dostupnými daty v literatuře a zjistit míru přesnosti metody k využití pro tento účel.

Tabulka 1 – Druhy rybožravých ptáků řešené v této práci, jejich příslušnost k čeledi a status jejich ochrany na území České republiky dle vyhlášky č. 395/1992 Sb. zákona č. 114/1992 Sb.

Druh	Čeď	Status ochrany v ČR
Bukač velký (<i>Botaurus stellaris</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Kriticky ohrožený
Bukáček malý (<i>Ixobrychus minutus</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Kriticky ohrožený
Čáp bílý (<i>Ciconia ciconia</i>)	Čápvití (Ciconiidae)	Ohrožený
Čáp černý (<i>Ciconia nigra</i>)	Čápvití (Ciconiidae)	Silně ohrožený
Kormorán velký (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Kormoránovití (Phalacrocoracidae)	Obecně chráněný
Kvakoš noční (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Silně ohrožený
Morčák velký (<i>Mergus merganser</i>)	Kachnovití (Anatidae)	Kriticky ohrožený
Orel mořský (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	Jestřábovití (Accipitridae)	Kriticky ohrožený
Orlovec říční (<i>Pandion haliaetus</i>)	Orlovcovití (Pandionidae)	Kriticky ohrožený
Potápka roháč (<i>Podiceps cristatus</i>)	Potápkovití (Podicipedidae)	Ohrožený
Volavka bílá (<i>Ardea alba</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Silně ohrožený
Volavka červená (<i>Ardea purpurea</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Kriticky ohrožený
Volavka popelavá (<i>Ardea cinerea</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Obecně chráněný
Volavka stříbřitá (<i>Egretta garzetta</i>)	Volavkovití (Ardeidae)	Silně ohrožený

2 Hypotézy

1. Potravní spektrum určené pomocí fotografií bude u volavkovitých a čápovitých ptáků odpovídat výsledkům získaným pomocí metod pracujících s částečně natrávenou potravou (tj. s regurgitáty).
2. Potravní spektrum určené pomocí fotografií nebude u volavkovitých a čápovitých ptáků odpovídat výsledkům získaným pomocí analýzy vývržků (tj. pelet).
3. Na fotografiích bude podhodnocena kořist menší velikosti, zejména hmyz.
4. Průměrná velikost ryb lovených kormoránem velkým bude na analyzovaných fotografiích větší než průměrná velikost udávaná v literatuře.

3 Teoretická část

3.1 Použití volně dostupných fotografií pro analýzu potravy ledňáčka říčního

Ledňáček říční je vyhraněný rybožravý predátor, v jehož potravě se jiná, než rybí kořist vyskytuje velmi vzácně (Čech a Čech 2015). Wildermuth a Schneider (2014) využili pro studium potravy ledňáčka říčního fotografie získané z internetových zdrojů. Autoři cíleně vyhledávali fotografie a videonahrávky zachycující ledňáčka s jinou než rybí kořistí a dokázali tak identifikovat několik druhů loveného hmyzu (Insecta), především vážek (Odonata), saranče (Caelifera), dále pak žábu (Anura), pulce, krevetku (Caridea), a larvu chrostíka (Trichoptera). Potrava ledňáčka je obvykle zkoumána pomocí vyvrhnutých zbytků potravy (pelet), jež zůstanou nestrávené v hnízdních norách po vyhnízdění ptáků (vývržkový hnízdní sediment; Čech a Čech 2011, 2015, 2017a). Žáby, pulci, krevety a hmyz nejsou ve studiích užívajících běžné metody pro studium potravy obvykle jako potrava vůbec uváděny (Raven 1986, Reynolds a Hinge 1996, Vilches et al. 2012 a 2013, Thalinger et al. 2016). Z hlediska kvalitativní analýzy potravy tedy Wildermuth a Schneider (2014) prokázali, že ledňáček říční využívá jako potravu i jinou než rybí kořist.

Čech a Čech (2017b) použili pro cílené vyhledávání nerybí kořisti v potravě ledňáčka fotografie vyhledané pomocí Google.com. Jako první zadali do vyhledávače heslo „*Alcedo atthis* and prey“, takto získali 172 fotografií ledňáčka říčního s kořistí. Pro nalezení co největšího množství fotografií s jinou, než rybí potravou poté použili značné množství různých vyhledávacích hesel (blíže nespecifikováno). Takto se autorům podařilo dohledat 111 dalších fotografií zachycujících ledňáčka říčního s nerybí kořistí.

3.2 Metody analýzy složení potravy

K určení složení potravy rybožravých ptáků, jež jsou předmětem této práce, se nejčastěji používá jedné z pěti metod. Jedná se o analýzu pelet, regurgitátů, obsahu trávicích traktů mrtvých ptáků, analýzy nalezených zbytků potravy v hnízdě, či v místě požití potravy, a vizuálního pozorování. Četnost použití jednotlivých metod ve studiích potravy, které sloužily jako teoretický podklad pro tuto práci, je uvedena v tabulce 2.

V případě prvních čtyř metod jsou získané vzorky kořisti s naprostou převahou blíže určovány zkoumáním jejich morfologie. Zejména se jedná o zbytky kostí, otolitů ryb, srsti, či peří (např. Timken a Anderson 1969, Uleenaers et al. 1992, Fasola et al. 1993, Antczak et al. 2002, Lorentsen et al. 2004, Santoul et al. 2005, Steward et al. 2005, Hampl et al. 2007, Jakubas a Manikowska 2011, Martins et al. 2011, Sándor et al. 2015, Ekblad et al. 2016, Kamiński et al. 2018).

Alternativní, avšak zatím málo využívanou metodou, může být použití molekulárních analytických metod definujících typ kořisti pomocí její DNA. Výhodou molekulární analýzy je, že dokáže identifikovat druh kořisti i z morfologicky nespécifikovatelných zbytků a poskytnout tak o skladbě potravy více informací (molekulární analýzu použili ve své práci např. Nadjafzadeh et al. 2016, Oehm et al. 2016, Thalinger et al. 2016).

Okrajově užívanými metodami pak jsou například analýza odebíraných vzorků krve, či tukových tkání ptáků a molekulární analýza výkalů. Výkaly ptáků obsahují obvykle jen malé množství drobných pevných částic a většina materiálu je v tekutém skupenství (Oehm et al. 2017).

Tabulka 2 - Počet užití jednotlivých metod pro analýzu potravního spektra u daného ptačího druhu v dohledané literatuře. V některých studiích bylo použito více metod zároveň. Vhodné metody pro určení celého druhového spektra potravy u daného predátora jsou označeny zelenou barvou, nevhodné červenou barvou.

Druh ptáka	Pelety	Regurgitáty	Trávicí trakty	Zbytky potravy	Pozorování
Bukač velký	0	6	0	0	0
Bukáček malý	0	1	0	0	1
Čáp bílý	6	1	0	1	1
Čáp černý	1	5	0	0	4
Kvakoš noční	0	7	1	0	1
Kormorán velký	22	6	10	3	2
Morčák velký	0	0	5	0	1
Orel mořský	7	0	0	7	2
Orlovec říční	0	0	0	6	2
Potápka roháč	0	0	4	0	2
Volavka bílá	2	3	1	1	1
Volavka červená	1	6	0	0	1
Volavka popelavá	9	14	8	1	5
Volavka stříbřitá	0	7	0	0	0
Celkem	48	56	29	19	23

3.2.1 Pelety

Peleta (česky nejčastěji vývržek) je složena z nestravitelných zbytků potravy, kterou pták pozřel. Je vyvrhována v pravidelných intervalech (např. kormoránem velkým jednou denně; Zijlstra a van Eerden 1995). Vyvrhovaný materiál je kompaktní a nejčastěji má oválný, či vejčitý tvar (Obr. 1 v příloze práce). Pozůstatky kořisti v peletách mohou být otolity ryb, kosti, nebo jejich šupiny, kosti obratlovců (Vertebrate), srst, peří, a také nerozložitelné části hmyzu (např. Wiersma et al. 1995, Liordos a Goutner 2007 a Rosin a Kwieciński 2011).

Výsledky získané zkoumáním pelet mohou podhodnocovat výskyt menších druhů kořisti a těch druhů, které jsou kompletně stráveny. Je tedy vhodná spíše pro kvalitativní analýzu potravy (např. Liordos a Goutner 2007, Vrezec 2009). Pelety potápky roháče obsahují také její peří, které požírá, a v žaludku jsou jí obalovány tvrdé nestrávené části potravy (zejména kosti). Vznikne tím soudržná struktura se zbytky potravy uprostřed, útvar je poté vyvrhnut jako peleta (Piersma a Van Eerden 1989 in Wiersma et al. 1995).

3.2.2 Regurgitáty

Regurgitát je materiál, který pták, a nejčastěji pak mládě, vyvrhne z trávicího ústrojí v reakci na vzniklou stresovou situaci. Takovou situací může být například přítomnost člověka (Exnerová a Boháč 1991). Tyto „vývržky“ bývají v anglicky psané literatuře uváděny jako „regurgitates“ či „regurgitated prey“ (např. Thomas et al. 1999, Jakubas 2004, Wojczulanis et al. 2005). V této práci budou dále uváděny jako regurgitáty (Obr. 2). Skládají se z do různé míry natrávené kořisti. Míra natrávení závisí na době, která uplynula od jejího pozření, a také na výkonnosti trávicího systému ptáka (Rosin a Kwiecieński 2011). Regurgitáty jsou pro analýzu potravy používány zejména u volavkovitých a méně často pak u čápoovitých ptáků (Tab. 2).

Informace o složení potravy získané z regurgitátů mohou být ovlivněny tím, že je u některých druhů možné materiál pro analýzu získat zejména od mlád'at. Například dle Exnerové a Boháče (1991) je u mlád'at volavky popelavé takové vyvrhování potravy běžné, avšak u dospělých ptáků k vyvržení potravy v důsledku vyrušení dojde jen v minimu případů. Fasola et al. (1993) uvádí, že mlád'ata volavek vyvrhují potravu při úleku ve stáří 15-30 dnů. Mlád'ata čápa bílého pak nevyvrhnou při vyrušení potravu tak často jako mlád'ata čápa černého (*Ciconia nigra*), a v jejich případě tedy není snadné tímto způsobem vzorky potravy získat (Kosicki et al. 2006).

3.2.3 Trávicí trakty

Trávicí trakt mrtvého ptáka poskytuje pro analýzu materiál, který se stejně jako u regurgitátů nachází v různém stádiu natrávení (Obr. 3). Stupeň natrávení je obvykle dán dobou, která uplynula mezi kmením a smrtí ptáka. Pro účely analýzy je možné využít nalezené již mrtvé jedince, nebo vybrané ptáky usmrtit. Pokud je nutné ptáka předem usmrtit, může dojít k vyvrhnutí obsahu žaludku (van Dobben 1952 a Cooper 1984 in Grémillet a Plös 1994). Zkoumání obsahu zažívacích traktů je často používáno pro zjišťování složení potravy kormorána velkého, morčáka velkého a potápky roháče (Tab. 2).

3.2.4 Zbytky potravy

Zbytky potravy z okolí hnízda a z oblíbených míst požíráání kořisti, jsou jako zdroj informací o složení potravy využívány zejména u orla mořského a orlovce říčního (viz tab. 2). Tito ptáci ze své kořisti požírají hlavně měkké tkáně a zanechávají po sobě na místě její nepozřené zbytky (Häkkinen 1978, Mlíkovský 2009). Tento materiál poté slouží k určení druhu kořisti. Jako jednu z metod potravní analýzy použili nalezené zbytky kořisti např. také Čech (2012) (Obr. 10 C, D) u kormorána velkého a Kosicki et al. (2006) u čápa bílého.

3.2.5 Vizuální pozorování

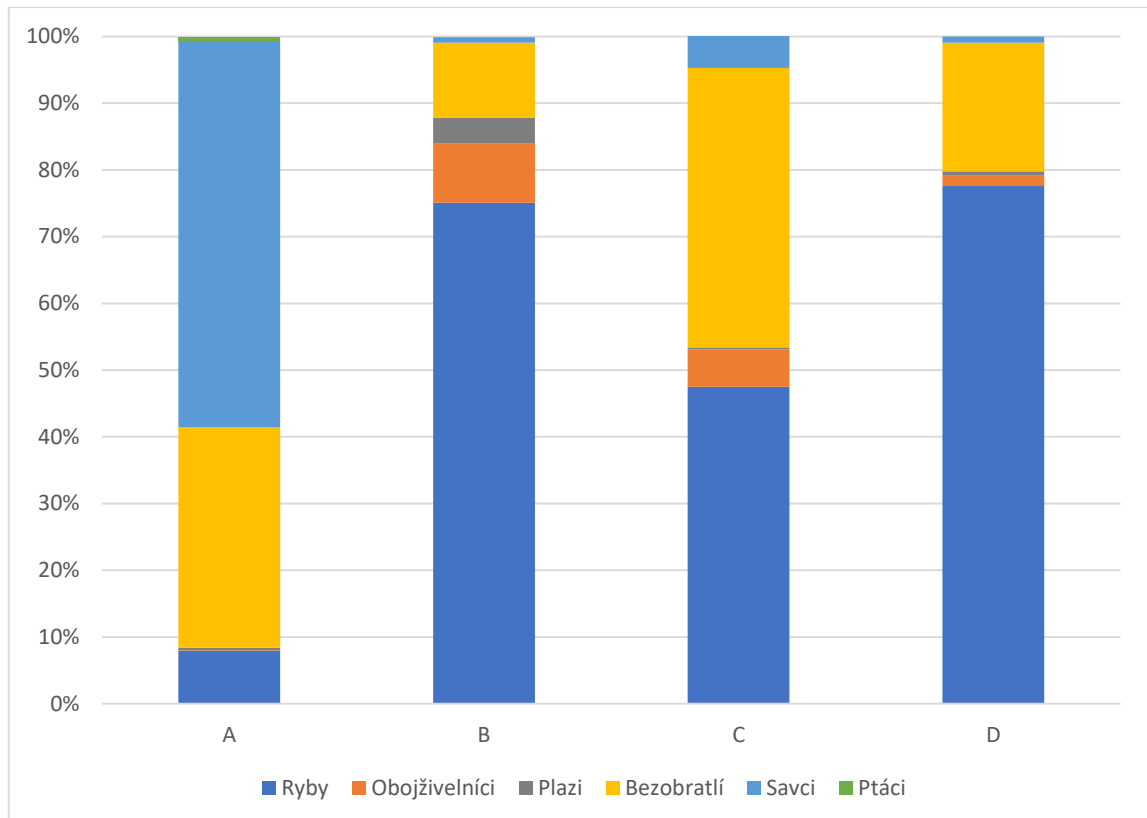
Vizuální pozorování je z těchto pěti popisovaných metod jedinou, která primárně nepracuje s nalezenými částmi kořisti. Zaměřuje se na pozorování ptáků při krmení a samotném lovu. Toto pozorování může probíhat za přítomnosti pozorovatele na místě, například pomocí dalekohledu (Campos a Lekuona 1997, Lekuona 2002). Další možností může být použití zaznamenávacích zařízení – videokamer (s detekcí pohybu, nebo bez ní) a fotoaparátu s automatickou spouští. Nejčastěji jsou tato zařízení umisťována tak, aby poskytovala dobrý výhled na hnízdo s mláďaty, kam dospělí ptáci přilétají s ulovenou potravou (např. Matsunaga 2000, Hampel et al. 2005, Manikowska-Ślepowrońska et al. 2016, Flis a Gwiazda 2018).

3.3 Volba vhodné metody v závislosti na druhu predátora

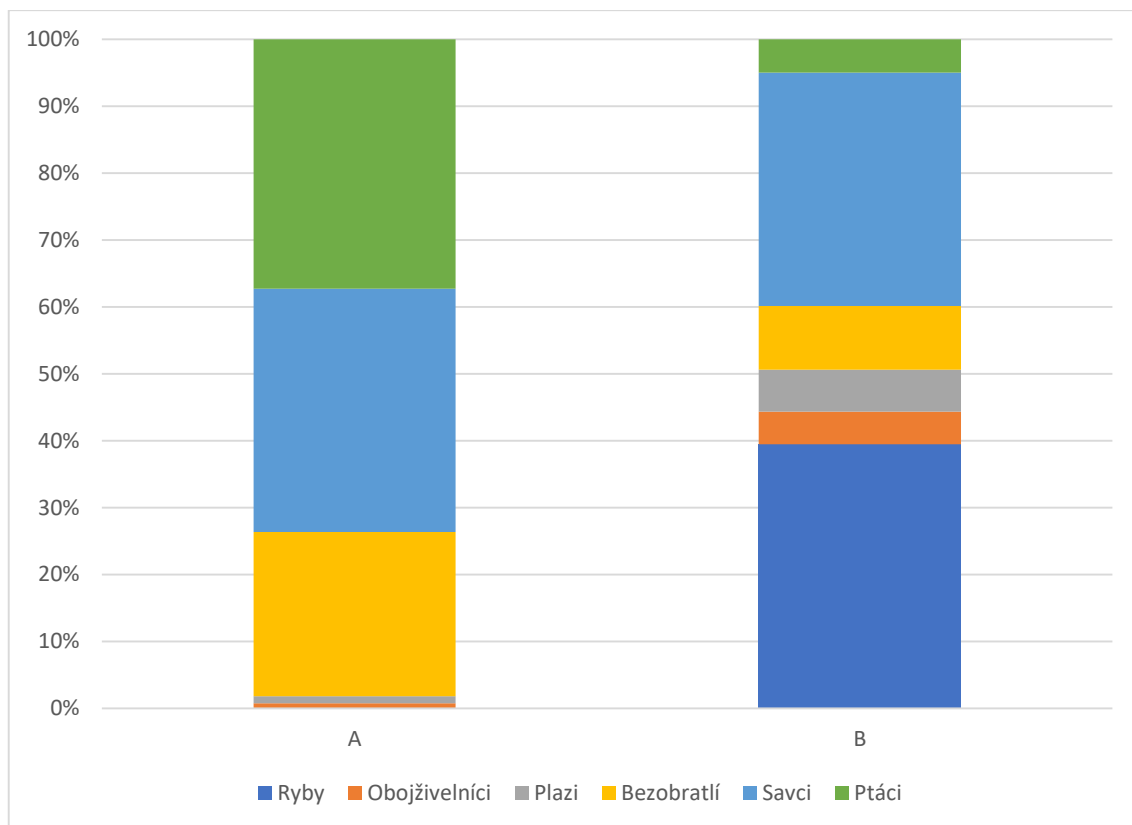
Pro analyzování celkového složení potravy je velmi důležité vybrat metodu, která dokáže celé potravní spektrum daného druhu predátora pokrýt. Různé metody, které se užívají je u některých druhů nutné důsledně odlišit kvůli rozdílným výsledkům, jaké mohou poskytnout (Mach 2017).

Zástupci volavkovitých a čápoovitých ptáků mají výkonný trávicí systém, který dokáže některé druhy kořisti kompletně rozložit, zejména pak ryby (včetně kostí a otolitů), obojživelníky (Amphibia) a také některé druhy hmyzu. Ovlivněno může být i určení množství zbytků savců (Mammalia), ptáků a plazů (Reptilia). Ze savců zůstanou

obvykle jen jejich lebky a srst, z ptáků peří a z hmyzu chitinové schránky. Hodnotit tedy zastoupení různých druhů potravy na základě zkoumání pelet může být v těchto případech značně zkreslující (Cook 1978, Rosin a Kwieciński 2011). Rozdíl ve výsledném kvantitativním složení potravy při použití různých metod pro analýzu potravy na příkladu volavky popelavé je ilustrován grafem 1, u čápa bílého pak grafem 2.



Graf 1 - Početní zastoupení kořisti volavky popelavé (*Ardea cinerea*) v analyzovaných peletách (A) (Exnerová a Boháč 1991, Rodríguez et al. 2007), (B) regurgitátech (Owen 1955, Exnerová a Boháč 1991, Fasola et al. 1993, Sawara et al. 1994 in Rodríguez et al. 2007, Ashoori et al. 2012), (C) trávicích traktech (Vasvari 1954, Schlegel 1964, Cuesta et al. 1980, Gonzáles-M a Gonzáles-S 1990 in Rodríguez et al. 2007) a při vizuálním pozorování (D) (Lekuona 1999 a 2001 in Rodríguez et al. 2007). Průměrováno.



Graf 2 - Zastoupení biomasy kořisti v potravě čápa bílého (*Ciconia ciconia*) v analyzovaných peletách (A) (Antczak et al. 2002 a Chenchouni et al. 2017; průměrováno) a při kombinaci metod (B) – analýza regurgitátů, nalezené kořisti pod hnízdem, vizuálního pozorování a masáže krku mláďat pro vyvolání zvracení (Kosicki et al. 2006).

Z grafů 1 a 2 je patrné, že v případě volavky popelavé i čápa bílého se složení potravy velmi liší zejména při porovnání s analyzovanými peletami. V obou případech mají v peletách ryby mnohem nižší zastoupení, či úplně chybí. To potvrzuje např. i studie Tsachalidise a Goutnera (2002) ve které autoři uvádějí, že při analyzování pelet čápa bílého v Portugalsku De Barrosem a Mourou (1989) představoval hmyz 97 % kořisti, ryby 3 % a obojživelníci pak úplně chyběli. Při výzkumu nestrávené, či částečně natrávené potravy ze stejných hnízd měl hmyz zastoupení 6 %, ryby 51 % a obojživelníci 26 %.

Z těchto skutečností vyplývá, že pro účely rekonstrukce kompletního spektra lovené kořisti nebude u čápoovitých a volavkovitých ptáků vhodné využít analýzu pelet. Vzhledem k tomu, že tento materiál prošel kompletním procesem trávení, není v něm nadále obsažena část, která tomuto procesu podléhá. Zejména u ptáků s dokonalým trávením není proto touto metodou možné získat relevantní informaci o celkovém složení

jejich potravy (Mach 2017). Pelety také nejsou vhodné k určování potravy orlovce říčního, jelikož požívá především měkké tkáně (tj. svalovinu a vnitřnosti) a snadno zlomitelné kosti (Francour a Thibault 1996). Pro kvalitativní druhové určení lovených organismů však může být tato metoda i přesto částečně vhodná. I po strávení totiž zůstává zachována např. srst a kosti savců, chitínové struktury bezobratlých (Invertebrata) a peří ptáků (Liordos a Goutner 2007).

U druhů s méně výkonným trávicím systémem je možné použít pro rekonstrukci potravního spektra i analýzu pelet. Z řešených druhů ptáků v této práci se jedná zejména o kormorána velkého (např. Keller 1995, Leopold et al. 1998, Johansen et al. 2001, Dias et al. 2012, Magath et al. 2016). V případě orla mořského je ve většině případů používána kombinace analýzy zbytků potravy z míst krmení a pelet (např. Halley 1998, Whitfield et al. 2013, Sándor et al. 2015, Ekblad et al. 2016). Při analyzování pelet a zbytků potravy z okolí hnízd orla mořského, však mohou být některé typy kořisti podhodnoceny, zejména se jedná o ryby. Alternativou může být přímé pozorování (Wille a Kampp 1983). U morčáka velkého a potápky roháče byla pro studium jejich potravy nejčastěji využívána analýza obsahu trávicích traktů (např. Timken a Anderson 1969 a Svenning et al. 2005 v případě morčáka velkého; Wiersma et al. 1995 a Martinoli et al. 2003 v případě potápky roháče).

Vhodné metody pro určení celé šíře potravního spektra a četnost jejich použití u jednotlivých řešených ptačích druhů jsou uvedeny v tabulce 2.

3.4 Ryby v potravě kormorána velkého

Při lovu kormorán velký plave na hladině a potápí se za kořistí, kterou honí pod hladinou. Při potápění se v nadpoloviční většině případů potápí až do bentické oblasti (Grémillet et al. 1998). Dle Johansena et al. 2001 identifikuje kořist vizuálně. Na lov se pak vydává dvakrát denně, a to obvykle ráno a odpoledne. Gagliardi et al. (2015) uvádí, že požívá převážně ryby menší velikosti s váhou pod 110 g. U těchto ryb také vykazuje nejvíc úspěšných útoků. Útočí i na větší ryby o váze okolo 500 g, se zvyšující se vahou kořisti pak klesá šance na její úspěšné ulovení. Pokud kormorán rybu nedokáže ulovit, v poměrně velkém počtu případů jí při útoku způsobí zranění. Tato zranění mohou následně vést až k jejímu úhynu (Adámek et al. 2007, Kortan et al. 2008 a (Wißmath a

Wunner 1996) in Steffens 2010).

Kormorán velký se běžně vyskytuje ve dvou poddruzích. Jedním je *Phalacrocorax carbo carbo* (dále *P. carbo*), který obývá pobřežní přímořské oblasti na severozápadě Evropy, a druhým pak *Phalacrocorax carbo sinensis* (dále *P. sinensis*). *P. sinensis* převažuje hlavně ve vnitrozemí (Carrs a Ekins 2002) a jeho populace v Evropě narůstá (Musil 2013). Třetím poddruhem by na základě molekulárních analýz, mohl být *Phalacrocorax carbo norvegicus*, žijící v Norsku (Fonteneau et al. 2009).

Fonteneau et al. (2009) zkoumali v severozápadní Francii rozdíly ve složení potravy u poddruhů *P. carbo* a *P. sinensis*. Autoři zjistili, že *P. carbo* loví průměrně větší kořist než *P. sinensis*. To, že *P. carbo* loví průměrně větší kořist, může souviset s tím, že ve srovnání s *P. sinensis* vykazuje v průměru větší velikost a hmotnost těla. Dále pak také, že samci *P. carbo* loví ve zdejších sladkých vodách loví průměrně větší kořist než samice *P. carbo*. Rozdíly ve velikosti potravy byly větší při porovnání mezi těmito dvěma druhy. Mezi pohlavími byly rozdíly ve velikosti potravy nižší. Rozdíl ve velikosti přijímané potravy mezi pohlavími zaznamenali v Řecku u zimujících kormoránů poddruhu *P. sinensis* i Liordos a Goutner (2009). Stejně jako ve Francii, lovil samci v porovnání se samicemi průměrně větší kořist.

3.4.1 Délka a měření zobáku kormorána velkého

Camphuysen (2007) ve své práci popisuje, jakým způsobem prováděl měření délky zobáku kormorána velkého. Měření začínal v místě, kde na horního straně zobáku začíná pokryv peřím a pokračoval až ke špičce zobáku (Obr. 4) Výsledky jeho měření se pohybovaly v rozmezí délky od 50 do 86 mm. Newson et al. (2004) měřili délky zobáků více než 600 exemplářů kormoránů velkých. Ve většině případů probíhalo měření na muzejních exponátech. Jednalo se jak o zástupce *P. carbo* tak i *P. sinensis*, o samce i samice. Jedinci poddruhu *P. sinensis* vykazovali v průměru menší velikost zobáku, stejně jako samice v porovnání se samci. Po zprůměrování dat z jejich práce vycházela délka zobáku kormorána velkého na 67,3 mm. Lekuona (2002) pozoroval lovící kormorány dalekohledem a přepočítával velikost lovených ryb podle délky zobáku lovicích ptáků. Jako průměrnou délku zobáku kormorána zvolil pro přepočet 80 mm dle práce Crampa a Simmonse (1977; in Lekuona 2002).

4 Metodika

4.1 Získávání fotografií pro analýzu složení potravy

Fotografie, které byly v této práci použity k rekonstrukci složení potravního spektra vybraných rybožravých ptáků, pocházejí z databáze volně dostupných fotografií na Google.com. Vyhledávání fotografií probíhalo u každého ptačího druhu stejným způsobem.

Na serveru Google.com byla zvolena možnost vyhledávat v obrázcích. Hesla použitá pro vyhledávání byla u každého zástupce rybožravého ptáka dvě. Jako první bylo použito latinské jméno daného druhu ptáka v kombinaci s anglickým slovem prey (kořist). V druhém případě bylo zadáno anglické jméno daného druhu ptáka a stejně tak přidáno slovo prey. Jako příklad jsou uvedena vyhledávací hesla použitá u kormorána velkého – „*Phalacrocorax carbo prey*“ a „Great Cormorant prey“.

Prohlédnuty a vyhodnoceny byly všechny fotografie, které databáze google.com po zadání daného vyhledávacího hesla nalezla. K dalšímu zpracování byly uloženy fotografie, na kterých byl zachycen cílový druh rybožravého ptáka se svou kořistí. Jako kořist byl brán každý živočich, který se zjevně nacházel v zobáku ptáka, byl mrtvý požírán ptákem, či nebylo pochyb o tom, že je právě loven. V tabulce 3 jsou uvedeny celkové počty získaných dále analyzovaných snímků pro všechny řešené druhy rybožravých ptáků.

Po jednom roce bylo vyhledávání stejným způsobem zopakováno a nové fotografie, které nebyly při prvním vyhledávání nalezeny, byly přidány k původním. Počet nově získaných neduplicitních fotografií pro každý druh byl zaznamenán a je taktéž uveden v tabulce 3.

Naprostá většina fotografií neobsahovala informace o místě, nebo času jejich pořízení, a to ani v EXIF souboru. Využít tato data pro další výzkum tedy nebylo, až na několik málo výjimek, možné. Práce se proto nevěnuje rozdílům ve složení potravy například během hnízdního období a mimo něj, rozdílům ve složení kořisti v závislosti na místě lovu, nebo v závislosti na ročním období.

4.2 Třídění fotografií a vyloučení duplicit

Získané fotografie byly po dokončení vyhledávání v prvním kroku kontrolovány vizuálně, a to porovnáváním jednotlivých snímků mezi sebou v rámci každého řešeného druhu. Vyloučeny byly duplicitní snímky, a ty, které zjevně zachycovaly stejného jedince se stejnou kořistí. Pro kontrolu byl poté k nalezení možných přehlédnutých duplicitních snímků použit volně dostupný počítačový program DupDetector.

Program DupDetector dokáže najít podobnost mezi jednotlivými obrázky i v případech, že byl změněn název souboru, obrázek byl oříznut či zmenšen, nebo zrcadlově otočen. Testovat je možné jak snímky uložené v jedné složce, tak i porovnat více složek mezi sebou. Program pracuje na principu porovnávání všech aktuálně vybraných obrázkových souborů mezi sebou. Dvojice, které vykazují vyšší hladinu podobnosti, než je aktuálně nastavená hraniční hodnota, vyhodnotí jako možné shodné. Dále je na rozhodnutí uživatele, zda se jedná o stejné fotografie.

Při kontrole fotografií ve zkoumaném souboru byl program nastaven, aby hlásil shodu, pokud vyhodnotí podobnost jednotlivých fotografií jako 90% a vyšší. Dále byla zapnuta možnost porovnání zrcadlově otočených fotografií. Ostatní nastavení byla ponechána na základních hodnotách. Pokud se duplicita fotografií prokázala, byla v naprosté většině případů nalezena shoda 94 % a vyšší a vždy nad 92 %. Nastavení 92% míry podobnosti pro testování se tedy zdá být bezpečnou hranicí při použití programu pro tento účel. Rozhraní programu je zobrazeno na obrázku 5 v příloze práce. Pomocí DupDetectoru bylo z dalšího zpracování vyloučeno 108 fotografií, které předtím prošly vizuální kontrolou.

4.3 Určování druhu kořisti na fotografiích

Pro účely práce byla kořist na fotografiích podle typu rozdělena do šesti kategorií: bezobratlí, obojživelníci, plazi, ptáci, ryby a savci. Tyto kategorie byly zvoleny s ohledem na data o složení potravy získaná z dostupné literatury tak (Mach 2017), aby je bylo možné co nejlépe porovnat s daty z fotografické analýzy.

Pro účely druhové analýzy a určení potravního spektra byly použity pouze takové snímky, ze kterých bylo možné určit alespoň to, do které kategorie zachycená kořist

spadá. Takto bylo určeno složení kořisti u všech popisovaných ptačích druhů. Pokud to kvalita snímku a zachycení kořisti umožňovalo, byla nerybí kořist určována co nejpřesněji. Určit přesný druh kořisti nebylo v mnoha případech možné zejména kvůli nízkému rozlišení snímku, malému detailu kořisti, úhlu jejího zachycení, stavu kořisti po jejím ulovení a při požívání, nebo při zachycení jen části těla.

4.3.1 Porovnání kvalitativního a kvantitativního složení potravy

Informace o složení potravy získané pomocí analýzy fotografií, byly porovnávány s potravními spektry zjištěnými běžně užívanými metodami (viz kapitola 3.2, Tab. 2). Tato data byla získána z literatury zabývající se složením potravy vybraných rybožravých ptáků dostupné na internetových databázích Web of Science a Scopus.

Pro porovnání kompletního potravního spektra byly pro každý druh vybrány metody, které mohou poskytnout o složení potravy nejlepší možnou představu (Tab. 2). K tomuto účelu byla použita pouze taková data, která pracují s početností kořisti, ne s její biomasou. Pro porovnání kvalitativního složení potravy byly použity všechny metody, které přinášejí informace o kořisti řešených rybožravých druhů ptáků. K porovnání složení potravních spekter bylo použito grafického znázornění, porovnání kvalitativního složení kořisti pak bylo provedeno psanou formou v diskusi této práce. Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí Chi-square testu v softwaru R (R Core Team 2019). Takto bylo testováno zastoupení rybí a nerybí složky kořisti na analyzovaných fotografiích v porovnání s procentuálním zastoupením těchto složek v potravě uvedeným v literatuře.

4.4 Určení velikosti ryb lovených kormoránem velkým

U kormorána velkého, jako nejvýznamnějšího rybožravého predátora kontinentální Evropy, byla na dostupných fotografiích určována velikost zachycené rybí kořisti. Pro určení velikosti lovených ryb bylo využito porovnání s velikostí zobáku predátora zachyceného na stejné fotografii. Průměrná velikost zobáku kormorána velkého pro potřeby této práce byla dle studie Newsona et al. (2004) stanovena na 67,3 mm. Délka

ryb na fotografiích pak byla dopočítána pomocí vzorce $a/b*c$ (a = délka kořisti na fotografii, b = délka zobáku na fotografii, c = průměrná délka zobáku dle literatury).

Pro účel měření délky lovených ryb byly cíleně vybírány fotografie s úhlem co nejvíce se blížícím pohledu kolmo z profilu ptáka (90°) a s co nejlépe viditelnou kořistí (Obr. 6).

4.4.1 Měření velikosti ryb a délky zobáku na fotografiích

Na každé zpracovávané fotografii byla změřena délka zobáku lovicího kormorána a délka lovené ryby. Měření délky zobáku kormorána bylo prováděno způsobem, jako v práci Camphuysena (2007). Pro účely měření byly využity volně dostupné programy IrfanView s plug-inem IrfanPaint a program ImageJ.

Aby bylo možné využít funkci měření v programu IrfanView, musí být v souboru fotografie obsažena informace o DPI snímku. DPI, neboli Dots Per Inch, je údaj, který určuje kolik obrazových bodů (pixelů) se vejde do jednoho palce (inch) na snímku. Z tohoto pak dokáže program určit délku přímky, ručně skrze počítačové rozhraní, vnesené na daném obrázku. Délku přímky je poté možné odečíst jako vzdálenost v mm. Přibližně u třetiny fotografií, které byly vybrány jako vhodné pro měření délky kořisti, chyběla informace o dpi a toto měření tak nebylo možné v programu IrfanView provést.

V těchto případech byl použit program ImageJ. Ten, podobně jako předchozí program, umožňuje vnesení přímky na fotografii, avšak výslednou délku uvádí jako bezrozměrné číslo a nepotřebuje proto údaj o DPI. Pro účel této práce to nepředstavuje problém, jelikož záleží pouze na poměru mezi naměřenou délkou zobáku a velikostí kořisti. Program ImageJ byl poté použit i na proměření fotografií změřených původně programem IrfanView. U těchto fotografií vznikly dva mírně (max 0,3 cm) se lišící výsledky, které byly poté zprůměrovány. Rozdíly mohly být způsobeny „netrefením“ přesně stejného místa na snímku při opakovaném měření.

4.4.2 Porovnávání výsledků měření s dostupnými daty

Výsledky měření byly dále porovnávány s daty o velikosti rybí kořisti kormorána velkého dostupnými v literatuře. Tato literatura byla, stejně jako v případě potravní analýzy,

získána z internetových databází Web of Science a Scopus. Pro porovnání bylo využito grafického znázornění a přímé porovnání průměrných udávaných velikostí rybí kořisti. Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí neparametrického dvouvýběrového Wilcoxonova testu v softwaru R (R Core Team 2019).

Tabulka 3 - Počet neduplicitních fotografií nalezených při prvním vyhledávání pro každý řešený ptačí druh, počet nově přidaných neduplicitních fotografií nalezených při opakování hledání po jednom roce, procentuální přírůstek fotografií po jednom roce, celkový počet fotografií u daného druhu rybožravého ptáka, na kterých bylo možné určit kořist a počet fotografií na kterých nebylo možné blíže určit druh kořisti a byly tak vyřazeny z dalšího zpracování.

Druh ptáka	Počet nalezených fotografií při prvním vyhledávání	Fotografie nalezené a přidané po jednom roce	Roční přírůstek v %	Celkový počet fotografií s určitelnou kořistí	Fotografie, na kterých nebylo možné určit kořist
Bukač velký	29	9	23,7	38	0
Bukáček malý	49	14	22,2	60	3
Čáp bílý	60	13	17,8	63	10
Čáp černý	76	10	11,6	84	2
Kormorán velký	168	38	18,8	202	4
Kvakoš noční	111	28	20,1	123	16
Morčák velký	68	12	15,0	75	5
Orel mořský	230	49	17,6	249	30
Orlovec říční	488	29	5,6	503	14
Potápka roháč	230	49	17,6	276	3
Volavka bílá	215	25	10,4	226	14
Volavka červená	84	15	15,2	91	8
Volavka popelavá	245	39	13,7	272	12
Volavka stříbřitá	71	27	27,6	88	10
Celkem	2124	357	16,8	2350	131

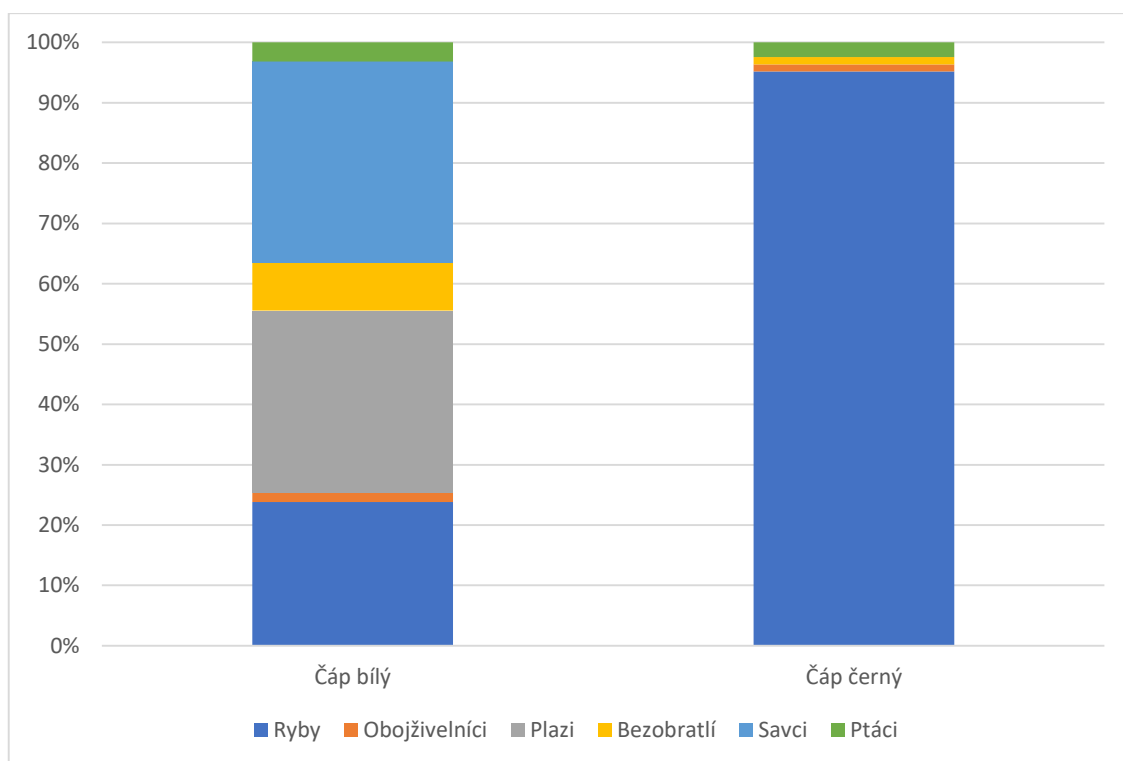
5 Výsledky a diskuse

5.1 Čápovítí

5.1.1 Kvantitativní složení potravy

Nejvíce zastoupeným typem kořisti čápa bílého na analyzovaných fotografiích byli savci (33,3 %), nejméně zastoupeným pak obojživelníci (1,6 %). V případě čápa černého byly nejzastoupenějším typem kořisti ryby (94 %) a nejméně savci, kteří v jeho potravě na fotografiích úplně chyběli. Přesné početní a procentuální zastoupení jednotlivých typů kořisti u obou ptáků je uvedeno v tabulce S4 v příloze této práce.

Dle literatury požívá čáp černý ryby častěji, a ty tak tvoří v porovnání s čápem bílým výrazně větší část jeho potravy (Kosicki et al. 2006, Hampl et al. 2005 a 2007). Tato skutečnost se velice dobře prokázala i na analyzovaných fotografiích kdy v případě čápa černého tvořily ryby 94 % jeho potravy, zatímco u čápa bílého pouze 23,9 % (Graf 3). Rozdíl v zastoupení rybí a nerybí složky kořisti byla otestována pomocí Chi-square testu v programu R (R Core Team 2019). H_0 = Zastoupení rybí a nerybí části kořisti na analyzovaných fotografiích se v potravě čápa bílého a čápa černého neliší. P-hodnota na 5% hladině významnosti dosahovala hodnoty $2,2e^{-16}$, mezi daty je tedy na 5% hladině významnosti statisticky významný rozdíl. Ten je vzhledem k velmi nízké p-hodnotě jasně patrný i s přihlédnutím k menšímu celkovému počtu analyzovaných fotografií (Tab. S4).



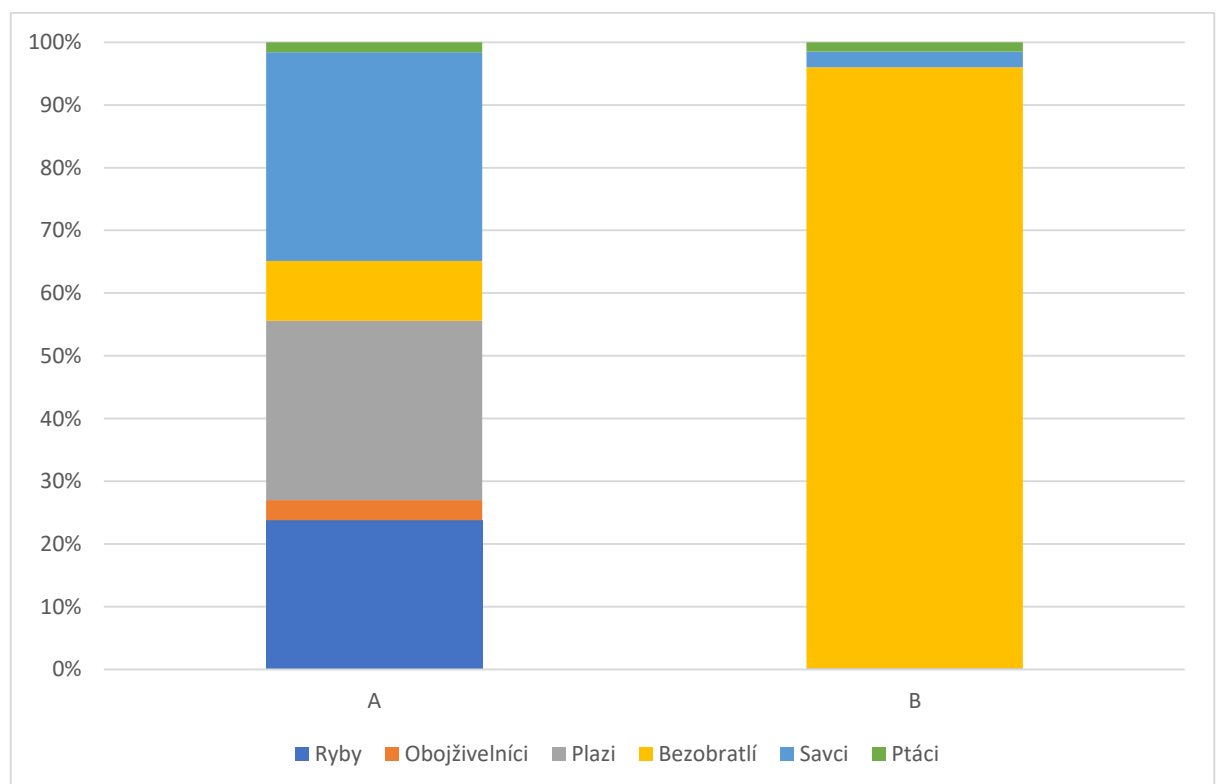
Graf 3 – Procentuální znázornění početního zastoupení jednotlivých typů kořisti v potravě čápa bílého (*Ciconia ciconia*) a čápa černého (*Ciconia nigra*) na analyzovaných fotografiích.

Při porovnání s analýzou pelet, která se u čápa bílého běžně užívá (Tab. 2), je rozdíl ve složení potravy patrný (Graf 4). V peletách se nevyskytovaly žádné ryby, a naprosto drtivě převažovala bezobratlá složka, tvořená v tomto případě zejména kroužkovci (Annelida) a hmyzem. Data získaná analýzou fotografií čápa bílého byla pomocí Chi-square testu v programu R (R Core Team 2019) porovnávána s daty získanými z prací které využívaly analýzu pelet (Antczak et al. 2002 a Chenchouni 2017; průměrováno). H_0 = Zastoupení rybí a nerybí složky se na analyzovaných fotografiích a peletách neliší. P-hodnota na 5% hladině významnosti dosahovala hodnoty $2,2e^{-16}$, mezi daty z fotografií a pelet tedy je v zastoupení rybí a nerybí kořisti statisticky významný rozdíl.

Kosicki et al. (2006) zkombinovali při analýze potravy čápa bílého několik metod – analýzu regurgitátů mláďat, nalezených zbytků kořisti v hnízdech a pod nimi, vizuální pozorování pomocí dalekohledu a masáž krku právě nakrmených mláďat za účelem vyvolání zvracení. Výsledky byly poté uvedeny v jedné tabulce bez rozlišení, kterou metodou byla kořist nalezena. Bohužel není možné určit přesné početní zastoupení jednotlivých typů kořisti, protože autoři uvedli u žízal (Lumbricina) jako počet neurčitou

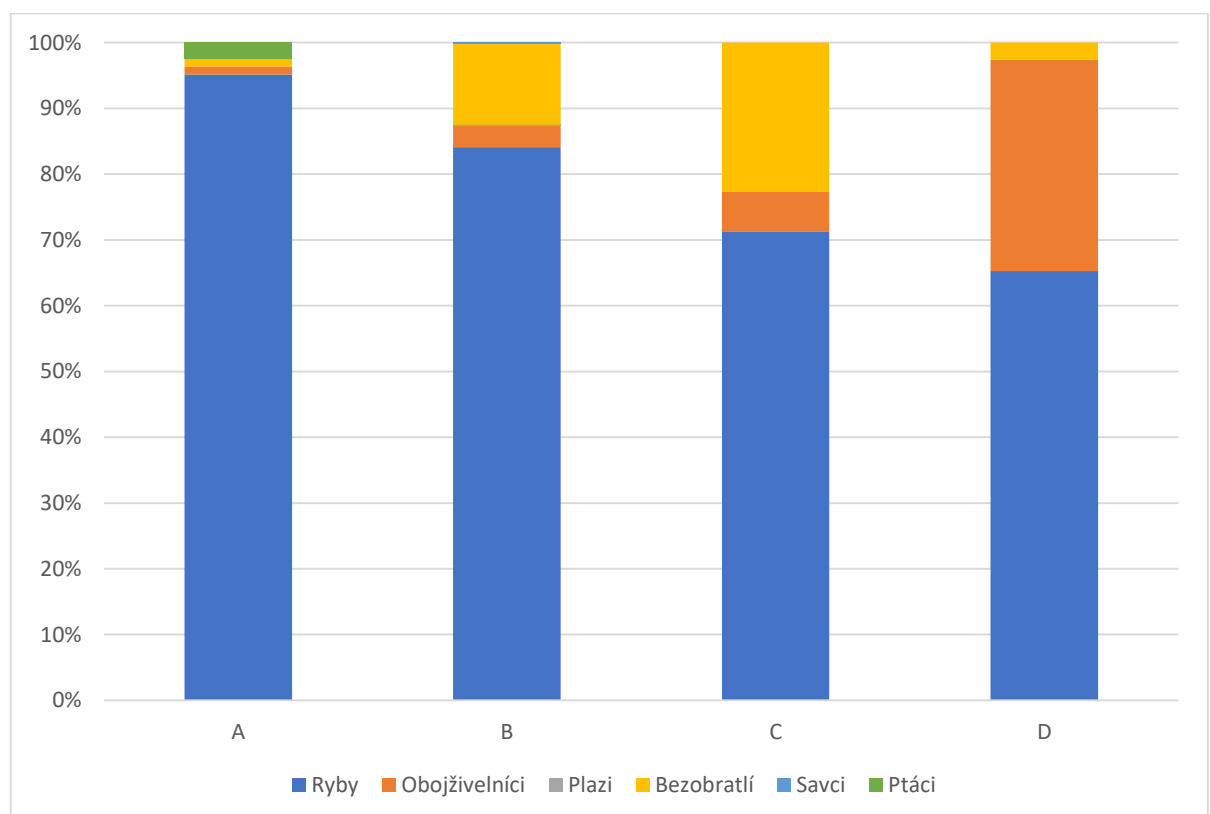
hodnotu (několik stovek kusů). Nicméně bylo identifikováno 39 jedinců ryb, 38 savců, devět obojživelníků, tři plazi a dva ptáci. Bezobratlá složka by tak v potravě díky množství žížal také převládala, ovšem složení kořisti je značně pestřejší než v případě pelet.

Plazi se v dostupných studiích v takovém množství, jako na analyzovaných fotografiích, v potravě čápa bílého obvykle nevyskytují. Běžně se jedná o zastoupení v rámci jednotek exemplářů a v procentuální významnosti pod 1 % (Kosicki et al. 2006, Vrezec 2009, Milchev et al. 2013, Chenchouni 2017), jejich četnost na fotografiích je tedy v tomto porovnání poměrně vysoká. Tato skutečnost může být ovšem zkreslena faktem, že až na studii Kosickiho et al. (2006), byla v těchto případech využívána data z analýzy pelet. Jsou známy případy, kdy v potravě čápa bílého převažovali obojživelníci (Karpivnyj 1957 in Kosicki et al. 2006), a kdy měli velké zastoupení drobní savci (např. Kosicki et al. 2006). Podle místní dostupnosti se může měnit i druhové zastoupení hmyzu (Antczak et al. 2012).



Graf 4 – Procentuálního zastoupení početnosti kořisti v potravě čápa bílého (*Ciconia ciconia*) na analyzovaných fotografiích (A, n=63) a v peletách (B, n=250) (Antczak et al. 2002 a Chenchouni 2017; průměrováno).

Ve studiích Hampla et al. (2005 a 2007), byla pro rekonstrukci potravního spektra čápa černého (Graf 5) použita v prvním případě kombinace dat z analýzy regurgitátů, zbytků kořisti nalezených pod hnízdem a pozorování hnízda kamerou, v druhém případě pouze dat z regurgitátů (data z regurgitátů nebyla pro obě práce stejná). Preference ryb je v obou případech zřetelná, stejně jako větší zastoupení složky bezobratlých, v porovnání s fotografiemi, na kterých může být podhodnocena. K podhodnocení může docházet z důvodu, že je do této kategorie započítávána i kořist malé velikosti jako je např. hmyz a kroužkovci, kteří se v potravě čápa černého často nacházejí (např. Kruszyk a Ciach 2010). Ryby byly jedinou uvedenou kořistí čápa černého v afrických zimovištích Chevallierem et al. (2008) a hlavní část potravy tvořily i u zimujících ptáků v Číně (Li et al. 2011). V některých dalších studiích byli často hlavní potravou čápa černého obojživelníci (např. Zawadska 1990 in Hampl et al. 2005 a Keller a Profus 1992, Bela a Anna 2003 in Hampl et al. 2007).



Graf 5 – Procentuální zastoupení početnosti druhů kořisti v potravě čápa černého (*Ciconia nigra*) na analyzovaných fotografiích (A), při současném použití analýzy regurgitátů, kamerového pozorování hnízda a analýzy zbytků kořisti nalezených pod hnízdem (Hampl et al. 2005) (B) a v regurgitátech (C; Hampl et al. 2007) a (D; Kamiński et al. 2018).

5.1.2 Kvalitativní složení nerybí části potravy

Čáp bílý

Největší zastoupení nerybí části kořisti zaujímal na fotografiích savci (21). Z nich pak zejména s 18 exempláři drobní hlodavci (Rodentia), jako jsou hraboši (Arvicolinae), a jeden blíže neurčený pískomil (Gerbillinae). Na jedné fotografii byl jako kořist s největší pravděpodobností zachycen exemplář krtka obecného (*Talpa europaea*). Z větších savců byli přítomni dva zástupci čeledi zajícovitých (Leporidae) (Obr. 7 A), pravděpodobně šlo o některé ze zástupců králíků. Dle literatury jsou savci v potravě čápa bílého nejčastěji zastupováni právě hlodavci, jako jsou hraboši a běžně se v ní vyskytují také krtci obecní (Antczak et al. 2002, Kosicki et al. 2006), jejich zachycení jako kořisti na fotografiích tedy není nikterak překvapivé.

Druhou nejpočetnější nerybí kategorií byli plazi s 19 kusy kořisti. Z plazů byli nejvíce zastoupeni hadi (Serpentes) (Obr. 7 D), a to třemi užovkami obojkovými (*Natrix natrix*), třemi užovkami podplamatými (*Natrix tessellata*) a dalšími pěti, pravděpodobně užovkovitými (Colubridae) hady. Z dalších plazů byly přítomny čtyři ještěrky obecné (*Lacerta agilis*), dvě ještěrky zelené (*Lacerta viridis*) a další dva blíže neurčení ještěrkovití (Lacertidae) plazi. Posledním zástupcem plazů byla drobná suchozemská želva zelenavá (*Testudo hermanni*) (Obr. 7 B). Tento druh želvy se přirozeně vyskytuje především na jihu Evropy, ale díky jedincům původně chovaným v zajetí, kteří se následně dostali do volného prostředí, je možné se s ním setkat i v severněji položených oblastech. Zástupci užovkovitých a ještěrkovitých se v potravě čápa bílého běžně vyskytují (Antczak et al. 2002, Kosicki et al. 2006).

Bezobratlí byli zachyceni na pěti snímcích, jednalo se o dvě žížaly a tři blíže neurčitelné zástupce brouků (Coleoptera) (Obr. 7 C). Tito zástupci bezobratlých s v potravě čápa bílého vyskytují běžně, ovšem obvykle v mnohem větším množství (např. Antczak et al. 2002, Orłowski 2016). Další hmyzí kořist běžně udávána literaturou, jako například ploštice (Heteroptera) a škvoři (Dermaptera) (Milchev et al. 2013, Chenchouni et al. 2017) nebyly na fotografiích nalezeny.

Na třech fotografiích byla zachycena i možná ptačí kořist. Ve dvou případech se jednalo o blíže neurčitelná kuřata vrubozobých ptáků (Anseriformes), která patrně opravdu sloužila jako potrava. Ve třetím případě se pravděpodobně jednalo o uhynulé mládě dospělého jedince čápa, které držel v zobáku v hnízdě. Z fotografie nebylo jasné,

zda bylo následně pozřeno, a proto nebylo započítáno do celkového složení potravy. V případě studie Chenchouniho et al. (2017) zastupovala ptáky v potravě většinou mláďata jiných druhů hnízdících v okolí, např. hrabavých (Galliformes). Kosicki et al. (2006) našli v potravě čápa bílého jedno mládě kachny divoké (*Anas platyrhynchos*). Druh lovených ptáků bude patrně závislý na tom, které druhy hnízdí v okolí výskytu loviště čápa.

Obojživelníky na fotografiích zastupovala jedna žába, pravděpodobně z čeledi ropuchovitých (Bufonidae). Počty obojživelníků bývají v potravě čápa bílého často vyšší. Obvyklou kořistí jsou mezi nimi pak například skokani (*Rana* spp.) (Kosicki et al. 2016).

Čáp černý

Nerybí složka na analyzovaných fotografiích čápa černého byla zastoupena pouze čtyřmi kusy kořisti. Z toho se ve dvou případech jednalo o kuřata blíže neurčitelných vrubozobých ptáků a v jednom případě o blíže neurčitelný létající hmyz. V posledním případě se jednalo o zástupce obojživelníků, a to o skokana skřehotavého (*Rana ridibunda*).

Hampl et al. (2007) našli v potravě čápa černého z nerybí kořisti skokany, žížaly a housenky. Ve studii Hampla et al. (2005) byli z hmyzu zastoupeni střevlíkovití (Carabidae), škvoři a drabčíkovití (Staphilinidae). Obojživelníky zastupovali opět skokani. Dále byli přítomni dva nedefinovaní plazi jeden krtek a rejsek obecný (*Sorex araneus*). Kamiński et al. (2018) uvádějí, že obojživelníky zastupovali nejvíce pulci blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), dospělci skokana krátkonohého (*Pelophylax lessonae*) a skokana ostronosého (*Rana arvalis*), čolci obecní (*Lissotriton vulgaris*) a čolek velký (*Triturus cristatus*). Kategorie bezobratlých byla zastoupena žížalami obecnými (*Lumbricus terrestris*), larvami šídel (Anisoptera) a jednou larvou potápníka vroubeného (*Dytiscus marginalis*). Fontaneto et al. (2006) identifikovali v potravě zbytky raka bledonohého (*Austropotamobius pallipes*), vodomila černého (*Hydrophilus piceus*), chrobáka lesního (*Anoplotrupes stercorosus*), střevlíčka *Pterostichus pedemontanus* a dalších zástupců brouků a pavouků (*Araneae* sp.).

5.2 Kormorán velký

5.2.1 Potravní spektrum a druhové složení nerybí kořisti

Celkový počet fotografií, na kterých byl zachycen kormorán velký s určitelnou kořistí, byl 202. Z tohoto počtu tvořily 95,5 % (193 kusů) ryby. Nerybí kořist tvořila pouze 4,5 % (9 kusů). Z nerybí složky měli nejvyšší zastoupení obojživelníci se třemi exempláři. Pravděpodobně se jednalo o dva skokany hnědé (*Rana temporaria*) (Obr. 8 A), a jednu blíže neurčitelnou žábu. Plazy zastupoval jediný blíže neurčitelný had (Obr. 8 B). Zástupci plazů nebyli uvedeni jako kořist kormorána velkého v žádné z dohledaných potravních studií, jednu stehenní kost skokana našel ve vývrzcích kormorána velkého Adámek (1991). Jako kořist byli na fotografiích zachyceni i tři zástupci paryb (Chondrichthyes). Ve dvou případech se jednalo o mladé jedince z nadřádu žraloků (Selachimorpha) (Obr. 8 D) a ve třetím případě šlo zřejmě o zástupce rejnoků (Batoidea) z čeledi truchovitých (Dasyatidae) (Obr. 8 C). Zajímavostí mohou být i dvě umělé rybářské návnady, které simulují vzhled ryb a kormoráni je měli na dvou fotografiích zaseknuté ve svých zobácích. Tyto dvě návnady nebyly započítány jako kořist. Rybářské návnady našel ve vývrzcích kormorána velkého také Čech (2012) (Obr. 9).

V potravě kormorána mají ryby největší význam a ve velkém počtu studií jsou uváděny jako jeho jediná potrava (např. Dirksen et al. 1995, Keller 1995, Lekuona 2002, Randall et al. 2002, Opačak et al. 2004, Lehikoinen 2005, Santoul 2005, Stewart et al. 2005, Liordos a Goutner 2007 a 2008, Žydelis a Kontautas 2008, Boström et al. 2009 a 2012, Gwiazda a Amirowicz 2010, Emmrich a Düttmann 2011, Švažas et al. 2011, Dias et al. 2012, Magath et al. 2016, aj.).

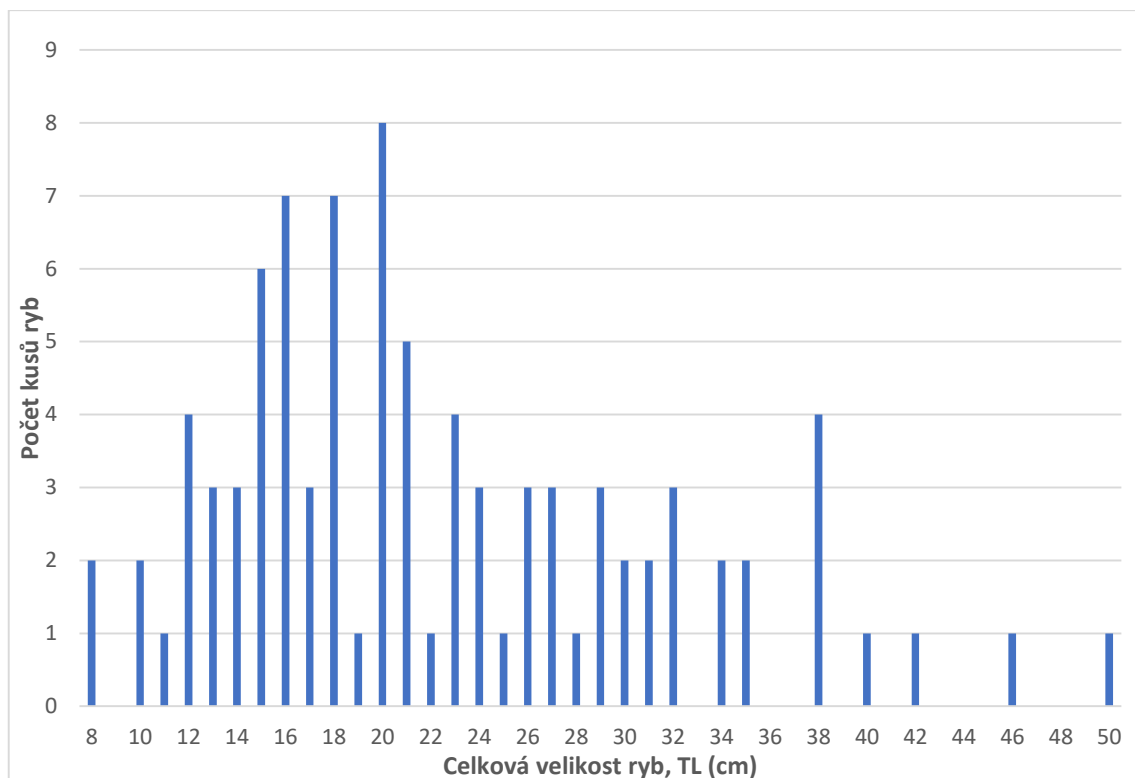
Zastoupení nerybí části kořisti bylo na analyzovaných fotografiích v porovnání s daty v literatuře poměrně významné. To potvrzuje i statistické porovnání zastoupení rybí a nerybí části kořisti na analyzovaných fotografiích a v literatuře provedené pomocí Chi-square testu v programu R (R Core Team 2019). H_0 = zastoupení rybí a nerybí složky kořisti na fotografiích a v dohledané literatuře (průměrováno) se neliší. Na 5% hladině významnosti dosahovala p-hodnota $2,701e^{-11}$. H_0 se tedy zamítá, mezi daty z fotografií a z literatury je na 5% hladině významnosti statisticky významný rozdíl.

V dostupné literatuře dosahovala nerybí složka kořisti nejvyššího početního zastoupení ve studii pelet od Barreta et al. (1990), bylo to 30,7 % (496 kusů z celkových 1615). Z 10 % byla tato kořist tvořena mnohoštětinatci (Polychaeta) a kraby (Brachyura). Tyto skupiny byly dle autorů pravděpodobně přímou potravou kormoránů. Zbytek tvořili plži (Gastropoda), plž druhu *Helcion pellucidum*, poustevníček severský (*Pagurus bernhardus*), měkkýši (Molusca) a ježovky (Echinoidea). U těchto skupin není jisté, zda nebyly pozřeny s jinou potravou, např. v žaludcích ryb. Na pobřeží Severního moře, bylo Leopoldem et al. (1998) v peletách nalezeno 977 kusů garnáta obecného a 3 kusy kraba pobřežního (*Carcinus maenas*) (dohromady 9,7 %) z celkového počtu 10 080 kusů kořisti. Stejně jako v předešlém případě není dle autorů jisté, zda byla nalezená nerybí složka přímou kořistí kormoránů (pravděpodobně spíše sekundární kořist). V Anglii bylo Carssem a Ekinsem (2002) v 314 regurgitátech mláďat nalezeno 23 kusů garnáta obecného (*Crangon crangon*) a 1 kus kraba pobřežního (*Carcinus maenas*). Fonteneau et al. (2009) našli v žaludcích mrtvých kormoránů 6 kusů raka červeného (*Procambarus clarkii*), z celkového počtu 9 820 kusů kořisti. Gaye-Siessegger (2014) našel ve dvou žaludcích z celkového počtu 282 kusů zbytky raka pruhovaného (*Orconectes limosus*). Čech (2012) našel zbytky jednoho exempláře raka pruhovaného v peletách sesbíraných u údolní nádrže Slapy (viz také Obr. 10 A, B).

Gagliardi et al. (2007) našli v peletách získaných u sladkovodních jezer ve střední Itálii 87 kusů (1,3 %) nerybí kořisti z celkových 6 892 kusů kořisti. Nerybí kořist zastupovali měkkýši a hmyz. Zbytky hmyzu byly v peletách nalezeny Suterem (1997) ve Švýcarsku. Lorentsen et al. (2004) našli v peletách a regurgitátech z norského pobřeží zbytky malých korýšů. Ve všech třech posledních případech je autory uváděno, že se pravděpodobně jednalo o kořist kormoránem ulovených ryb.

5.2.2 Velikost ryb lovených kormoránem

Z celkového počtu 193 fotografií, na kterých byl zachycen kormorán velký se svou rybí kořistí, bylo k měření její délky vhodných 90 snímků. Měření a výběr fotografií probíhal způsobem, který je popsán v kapitole 4 této práce. Průměrná délka ryb zachycených na fotografiích byla 22,3 cm a pohybovala se v rozmezí od 8 cm do 50 cm. Nejčastěji byly zastoupeny ryby o velikosti 20 cm. Rozložení zastoupení ryb dle jejich velikosti v analyzovaném souboru je znázorněno grafem 6.



Graf 6 – Početní zastoupení ryb lovených kormoránem velkým (*Phalacrocorax carbo*) dle jejich velikosti na analyzovaných fotografiích rekonstruovaná v programech IrfanView a ImageJ (n=90).

Ryby jsou v potravě kormorána velkého naprosto dominantní kořistí a jako takovým se jim věnuje velké množství studií (viz např. Lehtikoinen 2005, Santoul 2005, Liordos a Goutner 2008, Čech et al. 2008, Lyach et al. 2018, aj.). Jejich autoři často uvádí, mimo druhu lovených ryb, také jejich velikost. Výsledky bývají často prezentovány jako průměrná délka všech ryb, které byly v rámci studie kormoránovou potravou (Tab. 5). Dalším běžně používaným způsobem je rozdělení ryb do velikostních skupin, u kterých je poté uvedeno jejich procentuální zastoupení v rámci dané studie (Graf 7, 8 a 9). Ve většině studií je uváděn pouze jeden typ dat, tyto práce není možné porovnat mezi sebou a jsou proto porovnávány zvlášť. Práce Čecha et al. (2008), Čecha a Vejříka (2011) a Čecha (2012) jsou mezi dohledanými studiemi výjimkou a poskytují oba typy údajů.

V dohledaných studiích, které poskytovaly informace u průměrné velikosti lovených ryb, byla jejich velikost, mimo jednoho případu, v průměru nižší než na analyzovaných fotografiích (Tab. 5). Nejvyšší hodnoty dosahovala v jedné ze tří samostatných analýz uvedených v práci Čecha et al. (2008). V tomto případě byla průměrná délka požíraných ryb stanovena na 22,8 cm. Tato analýza probíhala dle autorů

na údolní nádrži Slapy v tuhé zimě. Čech et al. (2008) dále uvádí, že velikost ryb lovených kormoránem velkým narůstá s klesající teplotou. Na fotografiích však ve většině případů není roční období, ani teplota rozlišitelná. V rámci dohledaných dat vykazovaly s 21 cm poměrně vysokou průměrnou délkou i ryby lovené kormoránem ve studii Carrse a Ekinse (2002). V ostatních případech nepřekročila průměrná délka lovených ryb 19,1 cm. Studie Carrse a Ekinse (2002) pracovala s daty z regurgitátů vyvrhovaných mláďaty, vysokou průměrnou velikost požíraných ryb může vysvětlovat skutečnost, že skoro čtvrtinu jejich potravy tvořili úhoři říční (*Anguilla anguilla*) s průměrnou délkou 44 cm. Při měření délky ryb na fotografiích byli úhoři jako kořist zastoupeni pouze na 7 (6,3 %) snímcích. V případě fotografií tedy nemohlo tímto způsobem dojít k takto velkému zkreslení výsledku.

Tabulka 5 – Průměrná velikost ryb lovených kormoránem velkým (*Phalacrocorax carbo*) a velikost nejmenší a největší ulovené ryby na analyzovaných fotografiích a v dohledané literatuře. Uváděna je velikost v centimetrech.

Zdroj dat	Průměrná a (nejmenší-největší) velikost ryb v cm
Fotografie	22,3 (8-50)
Carrs a Ekins (2002)	21 (3-61)
Čech (2012)	15,9 (3-40) ^f
Čech et al. (2008)*	18,6 (7-41) ^e
	22,8 (6-38) ^d
	12,5 (5-46) ^e
Čech a Vejřík (2011) [#]	12 (5-36) ^a
	18,3 (5-39,5) ^b
Keller (1995)	19,1 (3-70)
Lehikoinen (2005) ⁺	18,5
Liordos a Goutner (2008)	10,4 (4,4-26,4)
Lorentsen et al. (2004)	16,6 (1,7-55)
Lyach et al. (2018)	18 (3,4-49)
Santoul (2005)	12,7 (4-50)

⁺Údaj o nejmenší a největší velikosti ulovené ryby nebyl uveden.

*V práci Čecha et al. (2008) je uváděna průměrná velikost ryb ze tří samostatných analýz, pro data z nádrže Želivka v letním období (e), v průměrné zimě (c), a pro data z nádrže Slapy v tuhé zimě (d). Tyto výsledky jsou stejně tak samostatně uvedeny v tabulce 5.

[#]V práci Čecha a Vejříka (2011) je uvedena průměrná velikost ryb ze dvou samostatných analýz, pro data z Vltavy ve Vyšším Brodu (b) a Vltavy v Praze (a), obojí pro zimní období. Tyto tyto výsledky jsou stejně tak samostatně uvedeny v tabulce 5.

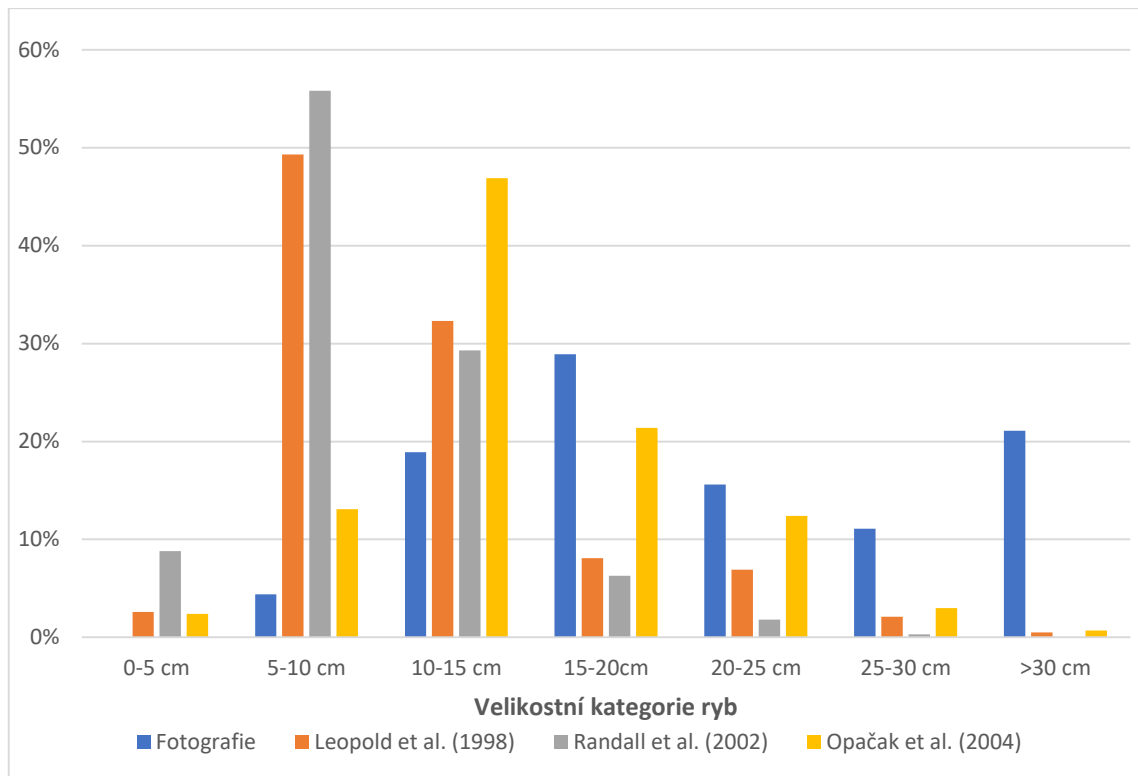
Berounka-zimní období (f)

V dalších dohledaných studiích, které byly použity pro vytvoření grafů 7 a 8 autoři rozdělili ryby do velikostních skupin. Nejmenší velikostní kategorie ryb do 5 cm (resp. 8 cm v grafu 10), na analyzovaných fotografiích úplně chybí. Téměř 9% podílu dosahuje v práci Randalla et al. (2002). Data z této studie jsou pak velmi dominantní zejména v kategorii následující, která zahrnuje rybí kořist v rozmezí od 5-10 cm. V této práci byly autory pro analýzu potravy použity regurgitáty, které byly vyvrhovány mládřaty kormorána jako stresová reakce na přítomnost lidí v blízkosti hnízd. Dá se předpokládat, že mládřata byla krmena průměrně menšími rybami v porovnání s těmi, které požívají dospělí ptáci. V druhé velikostní kategorii se také, v porovnání s ostatními studiemi, nejvíce projevuje rozdíl v zastoupení ryb dané velikosti na fotografiích (4,4 %).

Následující kategorie (10-15 cm) je na fotografiích zastoupena 18,9 %. V porovnání s ostatními vybočuje mírně vyšší hodnotou studie Opačaka et al. (2004), jejíž autoři získávali údaje o složení potravy a velikosti ryb analýzou trávicích traktů zastřelených dospělých ptáků ve vnitrozemské části Chorvatska.

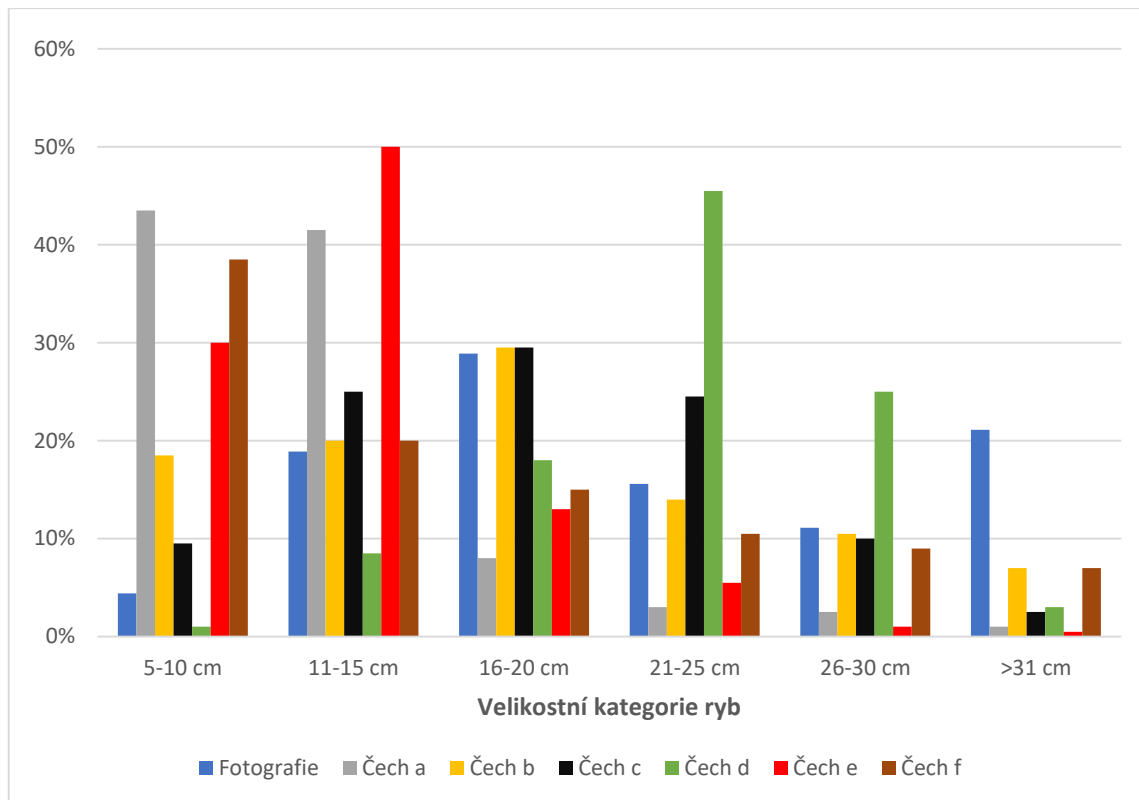
V kategoriích 15-20 cm a 20-25 cm klesá zastoupení ryb zejména v pracích Leopolda et al. (1998) a Randalla et al. (2004). V prvním případě představovali dominantní složku potravy se 73,2 % platýsi (*Pleuronectiformes*) u kterých byla jako u jediných uvedena velikost. Délka těla platýsů byla určována podle otolitů nalezených v peletách. V druhém případě se zřejmě projevuje krmění mládřat menšími rybami. Na fotografiích vykazovaly v těchto kategoriích ryby zastoupení 28,9 resp. 15,6 %.

V následujících třech kategoriích, a zejména pak v té poslední (>30 cm) mají znatelně nejvyšší procentuální zastoupení fotografie.

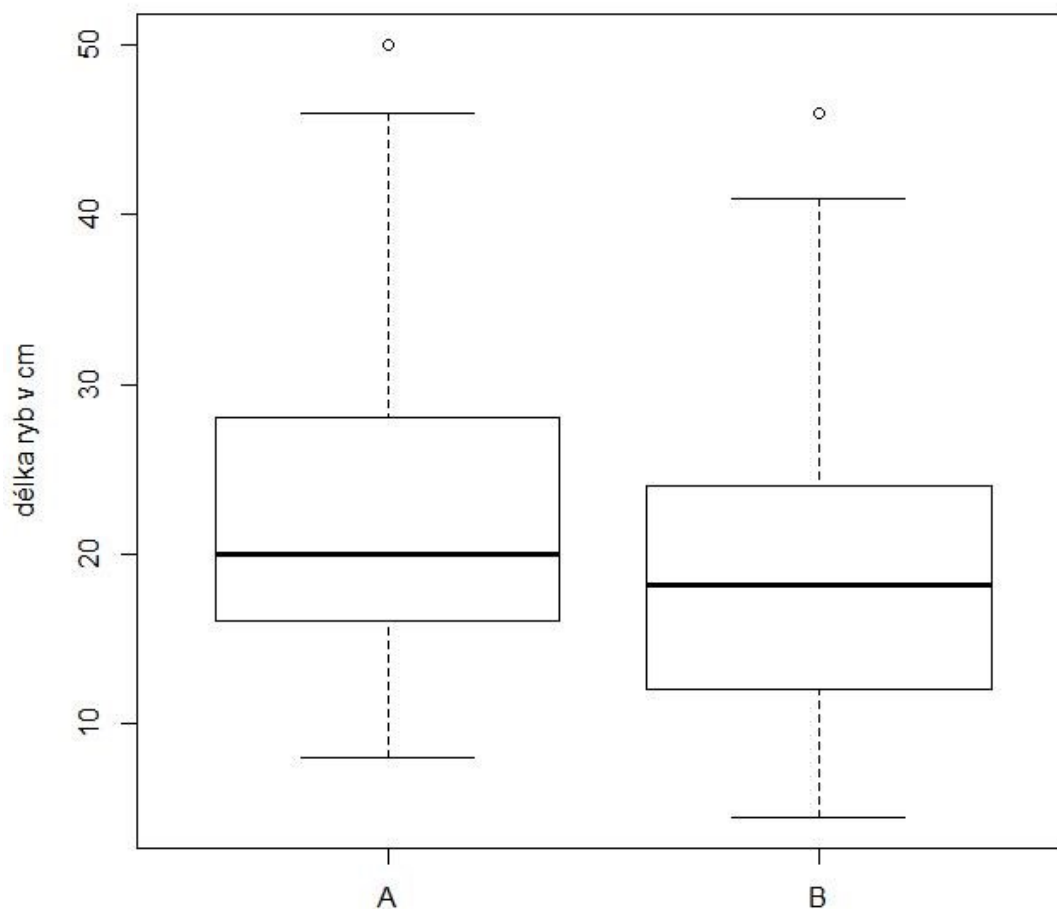


Graf 7 – Procentuální zastoupení jednotlivých velikostních skupin ryb lovených kormoránem velkým (*Phalacrocorax carbo*) na analyzovaných fotografiích a v dostupné literatuře.

V pracích Čecha et al. (2008), Čecha a Vejříka (2011) a Čecha (2012) jsou uvedeny velikosti ryb lovených kormoránem velkým z celkem šesti různých analýz (Graf 8). Tato data pochází z České republiky a byla získána analýzou pelet, zbytků potravy, nalezených kostí ryb, analýzou trávicích traktů mrtvých ptáků a regurgitátů. Sběr materiálu probíhal na několika různých místech. Ve studii potravy z ÚN Slapy (d) která mezi dohledanými pracemi vykazovala celkově nejvyšší průměrnou velikost lovených ryb (Tab. 5), jsou ze skoro 75 % zastoupeny velikostní kategorie 20-25 cm a 25-30 cm. I přes, v tomto případě, nejvyšší průměrnou délku lovených ryb, mají v poslední velikostní kategorii značnou převahu data z fotografií. Tento rozdíl se, stejně jako v grafu 8 projevuje v porovnání se všemi studiemi i v grafu 7.



Graf 8 – Procentuální zastoupení velikostních skupin ryb na analyzovaných fotografiích, ve studii Čecha et al. (2008) z VN Želivka v létě (a) a VN Želivka v zimě (b), ve studii Čecha a Vejříka (2011) z Vltavy ve Vyšším Brodu v zimě (c), ÚN Slapy v tuhé zimě (d) a Vltavy v Praze v mírné zimě (e) a ve studii Čecha (2012) z Berounky v zimě (f).



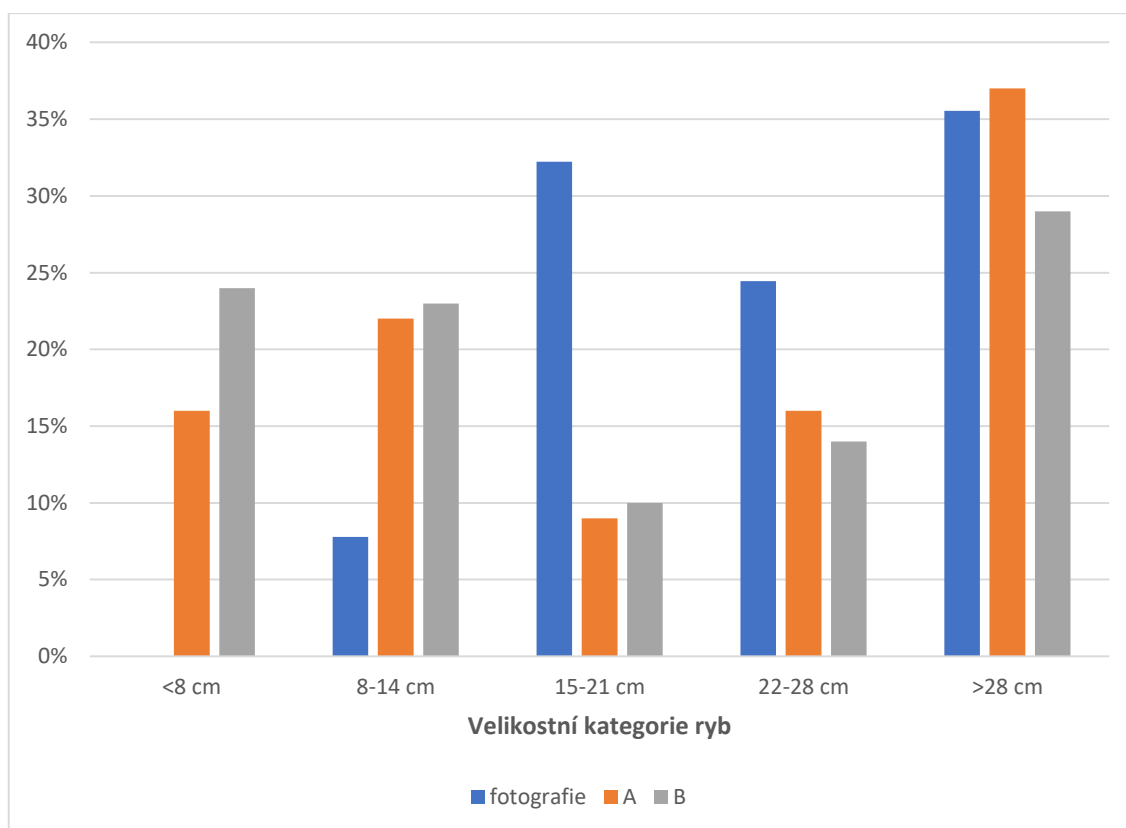
Graf 9 – Porovnání délky ryb na analyzovaných fotografiích (A) (n=90) a v primárních datech poskytnutých doc. RNDr. Martinem Čechem Ph.D. (B) (n=1708), které byly použity v pracích Čech et al. (2008) a Čech a Vejřík (2011). Popis grafu: zhora - kroužek značí odlehlé hodnoty, prerusované čáry zobrazují velikost rozptylu, první plná čára krabicového grafu horní kvartil, silná čára uvnitř krabicového grafu medián, spodní čára krabicového grafu pak dolní kvartil.

Získaná data z fotografií byla pomocí programu R (R Core Team 2019) porovnána s primárními daty z prací Čecha et al. (2008 a 2011) poskytnutými vedoucím práce doc. RNDr. Martinem Čechem Ph.D. (dále M. Čech) P-hodnota Shapiro-Wilkova testu normality byla pro fotografie 0,0007105, pro data od M. Čecha pak $2,2e^{-16}$. Normalita obou výběrů byla tedy zamítnuta. Pro porovnání těchto dvou souborů dat byl proto použit neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test, kdy H_0 = oba výběry se vzájemně

statisticky významně neliší. P-hodnota na 5% hladině významnosti byla 0,00005691, H_0 byla tedy zamítnuta. Mezi těmito dvěma výběry existuje statisticky významný rozdíl. Po porovnání výsledných hodnot (viz Graf 9) se tak dá tvrdit, že ryby na fotografiích jsou statisticky významně delší.

Lekuona (2002) pozoroval kormorány velké na dvou různých místech pomocí dalekohledu a velikost lovených ryb přepočítával k velikosti zobáku lovicích ptáků. Autor počítal s tím, že zobák kormorána velkého dosahuje průměrné délky 80 mm (zvoleno na základě práce Crampa a Simmonse 1977 in Lekuona 2002). V této diplomové práci je dle literatury (Newson et al. 2004) zvolena délka zobáku 67,3 mm. Pro účely porovnání velikosti ryb s daty získanými Lekuonou (2002) byla pro sestavení grafu 10 přepočítána velikost ryb na fotografiích pro délku zobáku 80 mm a lovené ryby rozděleny do stejných velikostních skupin jaké uvádí Lekuona (2002).

Jako v předchozích případech byly menší ryby do délky 14 cm zastoupeny v porovnání s literaturou málo, v kategorii do 8 cm pak vůbec. Od 15 do 28 cm naopak značně převládaly na fotografiích a v porovnání s daty Lekuony (2002) jejich zastoupení klesalo. Zastoupení ryb větších než 28 cm je s daty Lekuony (2002) poměrně v souladu, kdy jednou bylo na fotografiích nepatrně nižší a jednou vyšší (Graf 10).



Graf 10 – Porovnání procentuálního zastoupení velikostních skupin ryb lovených kormoránem velkým (*Phalacrocorax carbo*) na analyzovaných fotografiích a dat získaných přímým pozorováním Lekuonou (2002) na rybí farmě (A) a v Arcachonském zálivu (B).

5.3 Morčák velký

Z celkového počtu 75 nalezených fotografií zachycujících morčáka velkého s určitelnou kořistí byl na 71 (94,7 %) z nich zachycen s rybí potravou. Nerybí kořist tvořili 4 (5,3 %) zástupci obojživelníků, konkrétně čtyř žab. Jedna byla určena jako skokan hnědý, zbývající tři nebylo možné blíže určit. V porovnání s literaturou je přítomnost čtyř žab jako kořisti poměrně zajímavá, jelikož možná nerybí kořist je uvedena jen v jediné dohledané studii. Kálás et al. (1992) našli v trávicích traktech 11 zkoumaných jedinců jednoho zástupce třídy plžů a jednoho korýše rodu *Gammarus*, tito jedinci představovali 3 % z celkového vzorku potravy, zbytek tvořily ryby. Další nalezené studie pak uvádí jako potravu pouze ryby (Timken a Anderson 1969, McCaw III et al. 1996, Svenning et al. 2005, Žydelis a Kontautas 2008).

Shoda v zastoupení rybí a nerybí kořisti na analyzovaných fotografiích a v dohledané literatuře (průměrováno) byla ověřena pomocí Chi-square testu v programu R (R Core Team 2019). Při $H_0 =$ „Zastoupení rybí a nerybí kořisti na fotografiích a v literatuře se neliší“ dosahovala na 5% hladině významnosti p-hodnota $1,108e^{-07}$. Mezi daty z fotografií a literatury tak je na 5% hladině významnosti statisticky významný rozdíl. Zastoupení nerybí kořisti je na analyzovaných fotografiích vyšší než v dohledané literatuře.

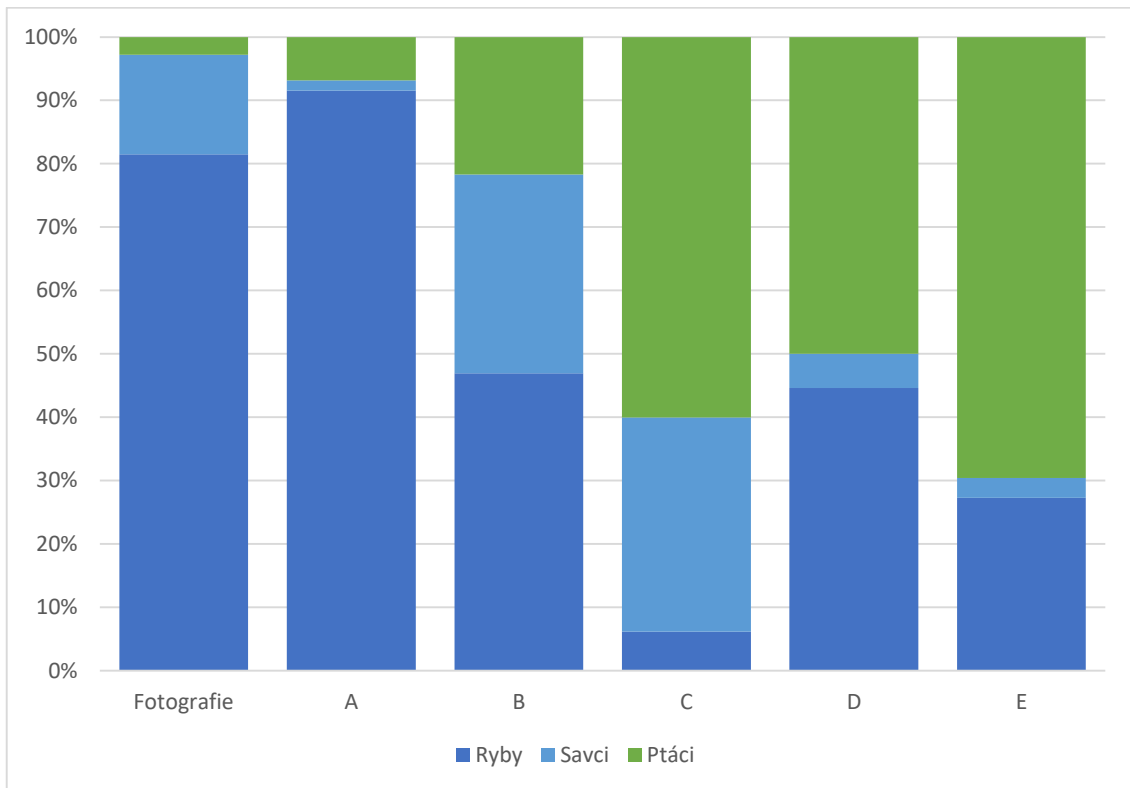
5.4 Orel mořský

5.4.1 Kvantitativní složení potravy

V potravě orla mořského převažovaly na analyzovaných fotografiích s 81,5 % ryby. Nerybí kořist zastupovala 18,5 % a byla tvořena pouze ptáky a savci. Bezobratlí, obojživelníci a plazi se na fotografiích jako potrava nevyskytovali vůbec. Kompletní početní a procentuální zastoupení jednotlivých typů kořisti je uvedeno v tabulce S6. U orla mořského byl, v porovnání se všemi ostatními řešenými druhy v této práci, největší problém s určením alespoň základní kategorie kořisti. Zda jde např. o ptáka, rybu nebo savce nebylo možné rozeznat na 30 fotografiích. Vzhledem ke způsobu, kterým orel mořský svou kořist požívá, byla na těchto snímcích obvykle roztrhána do takové míry, že měla formu pouhého zkrvaveného masa (Obr. 11 A, B).

Kořistí orla mořského se obvykle stávají ryby, ptáci a savci. Jejich vzájemný poměr v jeho potravě závisí na dostupnosti jednotlivých druhů kořisti (Sándor et al. 2015). Ekblad et al. (2016) však v jeho potravě našli i dva zástupce žab a dva zástupce plazů. Ptáci jsou jako hlavní druh kořisti uváděni např. v Norsku (Halley 1998), v Rusku u jezera Bajkal (Mlíkovský 2009), v Nizozemsku (van Rijn et al. 2010), na pobřeží Skotska (Whitfield et al. 2013), v deltě Dunaje v Rumunsku (Sándor et al. 2015) a na Ålandských ostrovech ve Finsku (Ekblad et al. 2016). V severovýchodním Německu Nadjafzadeh et al. (2013) uvádí jako hlavní kořist ryby. Všechny tyto studie pracovaly s peletami a zbytky kořisti nalezenými v místě požívání kořisti. Ryby pak byly nejdůležitější složkou kořisti také v jihovýchodním Grónsku ve studii Willeho a Kamppa (1983), ti použili metodu přímého pozorování ptáků při lovu a krmení. Savci byli hlavní

kořisti např. ve Skotsku (Halley 1998). Porovnání složení potravy v některých z výše jmenovaných studií a jejich srovnání s daty z analýzy fotografií je znázorněno grafem 11.



Graf 11 – Procentuální zastoupení jednotlivých typů kořisti v potravě orla mořského (*Haliaeetus albicilla*) na analyzovaných fotografiích, z dat získaných přímým pozorováním (A) Wille a Kampp 1983) a dat získaných analýzou pelet a zbytků potravy (B; Nadjafzadeh et al. 2013), (C; Whitfield et al. 2013), (D; Sándor et al. 2015), (E; Ekblad et al. 2016).

Data z fotografií se nejlépe shodují s výsledky přímého pozorování (Graf 11) prováděného Willem a Kamppem (1983). Tato studie však probíhala v Grónsku, nabídka savčí a ptačí kořisti tedy mohla být v porovnání s ostatními případy poměrně nízká. V porovnání s peletami a potravními zbytky je na fotografiích výrazně méně zastoupena zejména ptačí část potravy. Studie, ve kterých v potravě převládali ptáci, byly prováděny v různých částech Evropy. Podle Nadjafzadeh et al. (2013) je složení potravy orla mořského závislé také na ročním období. Analýza fotografií faktory jako místo lovu a roční období nebere v potaz, protože není jasné kde, ani kdy byly snímky pořízeny. Vzhledem ke značné podobnosti mezi daty z fotografií a studií Willeho a Kamppa (1983)

však může být otázkou, zda při použití vizuálních metod nedochází k podcenění ptačí části kořisti v potravě.

5.4.2 Kvalitativní složení nerybí kořisti

Stejný problém, který se vyskytl při snaze o zařazení kořisti do správné kategorie, nastal i při jejím bližším určování. Zejména na snímcích zachycujících savce byly na fotografii často kusy kořisti se znatelnou pouhou částí srsti, nebo pouze špatně vypovídající částí těla (Obr. 11 C, D) Z těchto fotografií sice bylo možné určit kategorii kořisti, v mnoha případech však bylo její bližší určení nemožné.

Nejčastěji lovenou nerybí kořistí na analyzovaných fotografiích byli tedy savci s 39 kusy (15,7 %). Pokud bylo možné určit kořist blíže, jednalo se nejčastěji o lišku obecnou (*Vulpes vulpes*) (10 kusů), blíže neurčitelné zástupce jelenovitých (Cervidae) (7) a zajícovitých (4). Na jedné fotografii pak byly zachyceny pozůstatky mladého prasete divokého (*Sus scrofa*). Z celkového počtu 39 kusů savčí kořisti, bylo možné dále určit jen 22 exemplářů. Dá se předpokládat, že na neurčitelných fotografiích byli často přítomni zejména jelenovití a zajícovití, případně pak i další savci, kteří nejsou tak snadno barevně odlišitelní, jako právě liška obecná.

Ve studii Whitfielda et al. (2013) ze Skotska lovil orel mořský především mláďata ovčí (*Ovis*), dále jelenovité a zajícovité. Prasatovité (Suidae), jelenovité, psovitě (Canidae), hlodavce a zajíce polního (*Lepus europaeus*) uvádí jako běžnou savčí kořist Nadjafzadeh et al. (2013), srnce obecného (*Capreolus capreolus*) pak například také van Rijn et al. (2010) a zajícovité (Sándor et al. 2015). V Grónsku byla Willem a Kamppem (1983) zaznamenána liška polární (*Alopex lagopus*). Mlíkovský (2009) popisuje nálezy zbytků ondatry pižmové a tuleně bajkalského (*Phoca sibirica*).

Ptačí část kořisti tvořila se 7 kusy 2,8 % z celkové kořisti. Zastupoval ji jeden dospělý samec kachny divoké, jedno mládě z čeledi kachnovitých (Anatidae), jeden racek chechtavý (*Chroicocephalus ridibundus*), jeden blíže neurčený volavkovitý pták, a další tři blíže neurčitelní ptáci.

Z ptáků loví orel mořský obvykle mokřadní druhy a druhy zdržující se u vody. Nejčastěji bývají zastoupeni např. lyska černá (*Fulica atra*), husa velká (*Anser anser*), husa běločelá (*Anser albifrons*), potápka malá (*Trichybaptus ruficollis*), kormorán malý

(*Phalacrocorax pygmeus*), polák velký (*Aythya ferina*) a kachna divoká. Mimo mokřadních druhů to byly ptáci rodu *Corvus* a straka obecná (*Pica pica*) (van Rijn et al. 2010, Sándor et al. 2015). Wille a Kampp (1983) uvádějí např. alkouna obecného (*Cephus grylle*), bělokura horského (*Lagopus mutus*), krkavce velkého (*Corvus corax*), potáplici malou (*Gavia stehlnata*) a racka šedého (*Larus hyperboreus*). Na Ålandských ostrovech, které jsou součástí Finska, převládali mezi ptáky jako kořist orla kajka mořská, morčáci (*Mergus* spp.) a racci, dále byli přítomni hohol severní (*Bucephala clangula*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*), kachna divoká a turpan hnědý (*Melanitta fusca*). Nelezen v potravě byl i kormorán (*Phalacrocorax* spp.) a zástupci labutí (*Cygnus* spp.) (Ekblad et al. 2016). V Německu byl z ptačí kořisti nejvíce zastoupen řád vrubozobých, chřástalovití (Ralidae), potápky (Podicipediformes) a poměrně často i kormorán velký (Nadjafzadeh et al. 2013). V Rusku byly nejvíce loveny kachny (*Anas* spp.) a poláci (*Aythya* spp.), tyto druhy dohromady tvořily 75,4 % potravy (Mlíkovský 2009).

5.5 Orlovec říční

Z celkového počtu 503 analyzovaných fotografií orlovce říčního byla pouze na 4 zachycena jiná než rybí potrava. Ve všech čtyřech případech se jednalo o paryby. Pravděpodobně o zástupce žraloků (Obr. 12). Složení potravy v podstatě pouze z ryb, odpovídá uváděnému složení kořisti orlovce nalezené v dostupné literatuře. Větší část uvádí ryby jako jedinou kořist (Häkkinen 1978, Cartron a Molles 2002, Johnson et al. 2008, Glass a Watts 2009).

V případech, kdy byly nalezeny i zbytky jiných živočichů, je těmto přisuzováno spíše jiné než potravní využití. Francourem a Thibaultem (1996) byly ve zbytcích potravy nalezeny části krabů, jedinci rodu *Anilocra* z řádu stejnonožců (Isopoda), svijonožci (Cirripedia) a řasy rodu *Corallina*. Dle autorů je pravděpodobné, že tyto zbytky pocházely z žaludků ulovených ryb. Při výzkumu na Kapverdských ostrovech, který prováděli Martins et al. (2011), byly v hnízdech orlovce nalezeny zbytky mláďete kočky (*Felis catus*), buňáka bulwerova (*Bulweria bulwerii*) a buňáka poddruhu *Puffinus assimilis boydi*. Dle autorů není jisté, zda se jednalo o ulovenou kořist, nebo zda šlo pouze o materiál na stavbu hnízda. Siverio et al. (2011) určili v analyzovaných zbytcích potravy pozůstatky dvou krabů světlonohých (*Grapsus grapsus*), ale stejně jako v ostatních případech si autoři nebyli jisti, zda jde o potravu přímo lovenou orlovcem.

5.6 Potápka roháč

5.6.1 Celkové potravní spektrum a druhové složení nerybí kořisti

Z celkových 276 určených kusů kořisti na analyzovaných fotografiích bylo 26 nerybí potravou (9,4 %). Nerybí kořist tak tvořila neobvykle velkou část potravního spektra potápky roháče. V dostupné literatuře je obvykle podíl nerybí kořisti výrazně menší. Většina prací, která se potravou potápky roháče zabývá, používá analýzu trávicích traktů a soustředí se jen na rybí kořist. Neuvádí tedy množství ani složení nerybí části potravy (např. van Eerden et al. 1993, Wiersma et al. 1995, Žydelis a Kontautas 2008 a Morküne et al. 2016). Uleanaers et al. (1992) a Gwiazda (1997) použili pro rekonstrukci potravního spektra i metody přímého pozorování, ani v těchto dvou případech však nebyla popsána jiná kořist než ryby.

Nejvíce zastoupenou nerybí kořistí na analyzovaných fotografiích byli bezobratlí s 21 exempláři. Zastoupeni byli hlavně korýši (Crustacea), kterými byla krmena i mláďata, z korýšů se jednalo především o raky (18 kusů) a jednoho kraba. Z bezobratlých byli identifikováni také dva jedinci hmyzu (např. Obr. 13 B). U raků (Obr. 13 A) se s největší pravděpodobností často jednalo o raky červené (Obr. 13 C), raky pruhované a bahenní. Obojživelníky jako druhou početně největší skupinu zastupovali 3 skokani zelení a jeden skokan skřehotavý. Dále byl na fotografiích jako kořist zachycen jeden had, pravděpodobně z čeledi užovkovitých (Obr. 13 D).

Nerybí kořist potápky roháče byla popsána jen ve dvou nalezených pracích, a to od Gagliardiho et al. (2007) a Martinoliho et al. (2003). V obou případech byl pro analýzu potravy použit materiál z trávicích traktů mrtvých ptáků. Gagliardi et al. (2007) uvádí, že v oblasti se sladkovodními jezery v Itálii bylo z celkového počtu 3 933 kusů nalezeno 41 kusů (1 %), které náležely hmyzu a korýšům, zbytek byl tvořen rybami. U čtyř jedinců bylo vzhledem k množství této nerybí kořisti v trávicím traktu vyhodnoceno, že sloužila jako přímá kořist potápek. Bližší druhové určení nerybí kořisti bohužel nebylo uvedeno. Martinoli et al. (2003) našli u potápky roháče od stejného sladkovodního jezera hmyz ve 12 (52 %) z 21 žaludků. Celkem 75 % tohoto hmyzu bylo obsaženo v žaludku jednoho jedince. Druhově zastupoval tento hmyz škvor velký (*Labiduria riparia*), rýhonosec (*Lixus juncii*), listopas rýhovaný (*Sitona sulcifrons argutulus*), včely (Apoidea) a blanokřídli (Hymenoptera).

5.7 Volavkovití

5.7.1 Kvantitativní složení potravy

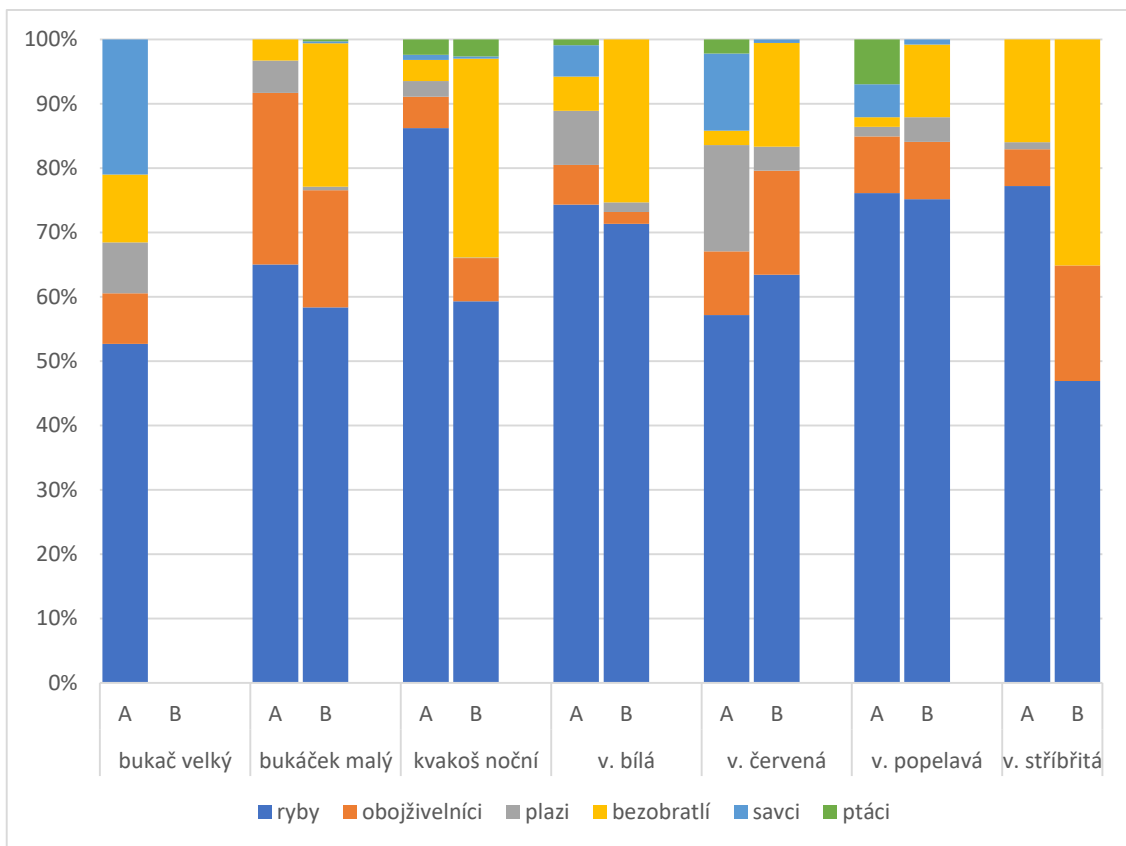
Na analyzovaných fotografiích představovaly v potravě zkoumaných volavkovitých ptáků (viz Tab. 1) početně nejhojnější skupinu kořisti ryby (Graf 12, tab. S7). Jejich zastoupení se pohybovalo v rozmezí od 52,6 % u bukače velkého (*Botaurus stellaris*) po 86,2 % u kvakoše nočního (*Nycticorax nycticorax*), a při zprůměrování u všech druhů pak dosahovalo 73,5 %. Druhou nejvýznamnější složkou kořisti, a tedy nejvýznamnější nerybí kořisti, byli obojživelníci s celkovým zastoupením 8,6 %. Obojživelníci byli na fotografiích identifikováni v potravě každého zkoumaného volavkovitého druhu, v největší míře byli zastoupeni u bukáčka malého (*Ixobrychus minutus*) (26,7 %) a nejméně u kvakoše nočního (4,9 %). Plazi byli druhou nejběžnější nerybí kořistí a z celkového složení potravy představovali 5,3 %. Nejvyšší zastoupení měli v potravě volavky červené (*Ardea purpurea*) (16,5 %) a nejnižší u volavky stříbřité (*Egretta garzetta*) (1,1 %). Savci a bezobratlí zastupovali 5 resp. 4,7% podíl. Nejvyšší zastoupení vykazovali savci v potravě bukače velkého 21 %, zatímco u bukáčka malého a volavky stříbřité chyběli v potravě úplně. Bezobratlí byli nejvíce zastoupeni v potravě volavky stříbřité (16 %) a nejméně pak u volavky popelavé (1,5 %). Celkově nejméně zastoupenou složkou kořisti byli s 2,9 % ptáci, kteří byli v potravě nalezeni pouze u čtyř druhů, nejvýznamněji pak u volavky popelavé se 7% zastoupením.

Přesné početní zastoupení jednotlivých kategorií kořisti a celkové počty určené kořisti u každého řešeného volavkovitého ptáka na analyzovaných fotografiích, je uvedeno v tabulce S7.

Data o celkovém složení potravy získaná analýzou fotografií u všech volavkovitých ptáků poměrně dobře korespondují s výsledky analýz regurgitátů, dohledatelných v literatuře, a to zejména ve velikosti zastoupení rybí a celkové nerybí složky kořisti (Graf 12). Na první pohled patrný, je rozdíl v zastoupení skupiny bezobratlých. To je v případě fotografií vždy menší než u dat z regurgitátů. Dá se předpokládat, že je to způsobeno menší velikostí hmyzu, který je do této kategorie započítáván. Jeho podhodnocení může být způsobeno více faktory. Ptáci jsou při lovu obvykle foceni z větší vzdálenosti a pro fotografa může být takto malá kořist obtížně zachytitelná, z určité vzdálenosti pak téměř neviditelná. Na méně kvalitní fotografii může

takto malý detail úplně zaniknout. K ulovení a pozření malé hmyzí kořisti potřebuje predátor kratší manipulační čas (handling time), než u kořisti větší. Kořist je tak rychle skryta v zobáku a klesá šance na její zachycení na fotografii. Savčí a plazí složka kořisti je v porovnání s regurgitáty na fotografiích naopak často zastoupena výrazněji.

Campos a Lekuona (1997) uvádí složení kořisti volavky červené zjištěné jejím přímým pozorováním při lovu. Ryby byly početně zastoupeny z 67,5 %, hmyz z 29 % zbytek tvořili obojživelníci, korýši a plazi. Ve studii Flise a Gwiazdy (2018), kteří použili kamerové pozorování hnízd s mláďaty bukáčka malého dosahovali nejvyššího zastoupení v potravě obojživelníci s 50,4 %, druhou nejzastoupenější složkou byly ryby se 46,2 %, třetí bezobratlí 3 % a s 0,4 % byli poslední zastoupenou skupinou savci.

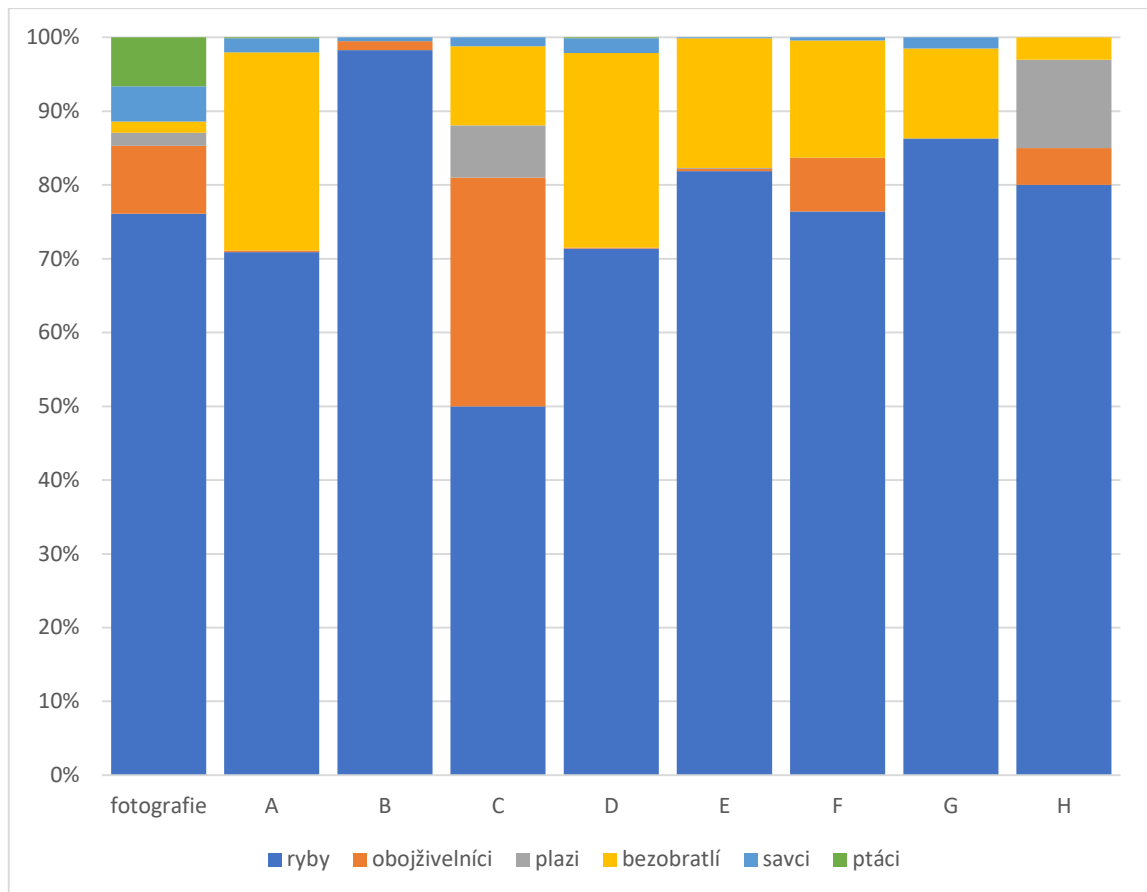


Graf 12 – Procentuální zastoupení jednotlivých typů kořisti na analyzovaných fotografiích (A) a v regurgitátech (B) bukače velkého (*Botaurus stellaris*), bukáčka malého (*Ixobrychus minutus*) (Holmes a Hatchwell 1991, Pardo-Cervera et al. 2010, Martínez-Abraín 1994 in Samraoui et al. 2012, Kayser 2010 in Samraoui et al. 2012, Samraoui et al. 2012), kvakoše nočního (*Nycticorax nycticorax*) (Fasola et al. 1993, Kazantzidis a Goutner 2005, Montesinos et al. 2008, Post 2008), volavky bílé (*Ardea alba*) (Smith 1997, Post 2008, Britto a Bugoni 2015), volavky červené (*Ardea purpurea*)

(Fasola et al. 1993, Campos a Lekuona 1997, Montesinos et al. 2008, Ashoori a Rakhshbhar 2013), volavky popelavé (*Ardea cinerea*) (Owen 1955, Exnerová a Boháč 1991, Fasola et al. 1993, Owen 1960 in Rodríguez et al. 2007, Moser 1986 in Rodríguez et al. 2007, Sawara et al. 1994 in Rodríguez et al. 2007, Jakubas a Manikowska 2011, Ashoori et al. 2012), a volavky stříbřité (*Egretta garzetta*) (Fasola et al. 1993, Kazantzidis et al. 1996, Kazantzidis a Goutner 2005, Choi et al. 2016). Průměrováno. U bukače velkého nebyla v literatuře nalezena vhodná data o složení potravy použitelná pro tento graf.

Bezobratlá složka kořisti byla, až na jednu výjimku (práce Exnerové a Boháče 1991), vždy zastoupena v regurgitátech více, než na analyzovaných fotografiích (Graf 13). To potvrzuje pravděpodobné podhodnocení bezobratlé kořisti na fotografiích. Naopak zastoupení ptačí kořisti je na fotografiích se 7 % zdaleka nejvyšší. Z těchto studií ho s minimálním 0,1% zastoupením uvádí jen Owen (1955). V malé míře uvádí ptáky jako potravu volavky popelavé také Peris et al. (1994), Williams a Ward (2006) a Pistorius (2008). Vyšší zastoupení vykazují ptáci obvykle při analýze pelet (např. Marquiss a Leitch 1990 in Rodríguez et al. 2007, Jakubas a Mioduszevska 2005), tu však nelze použít pro rekonstrukci celého potravního spektra a ptáci tak budou v těchto případech jako kořist nadhodnoceni. Velké zastoupení obojživelníků v práci Fasoly et al. (1993) může být důsledkem toho, že výzkum probíhal z velké části také na rýžových polích.

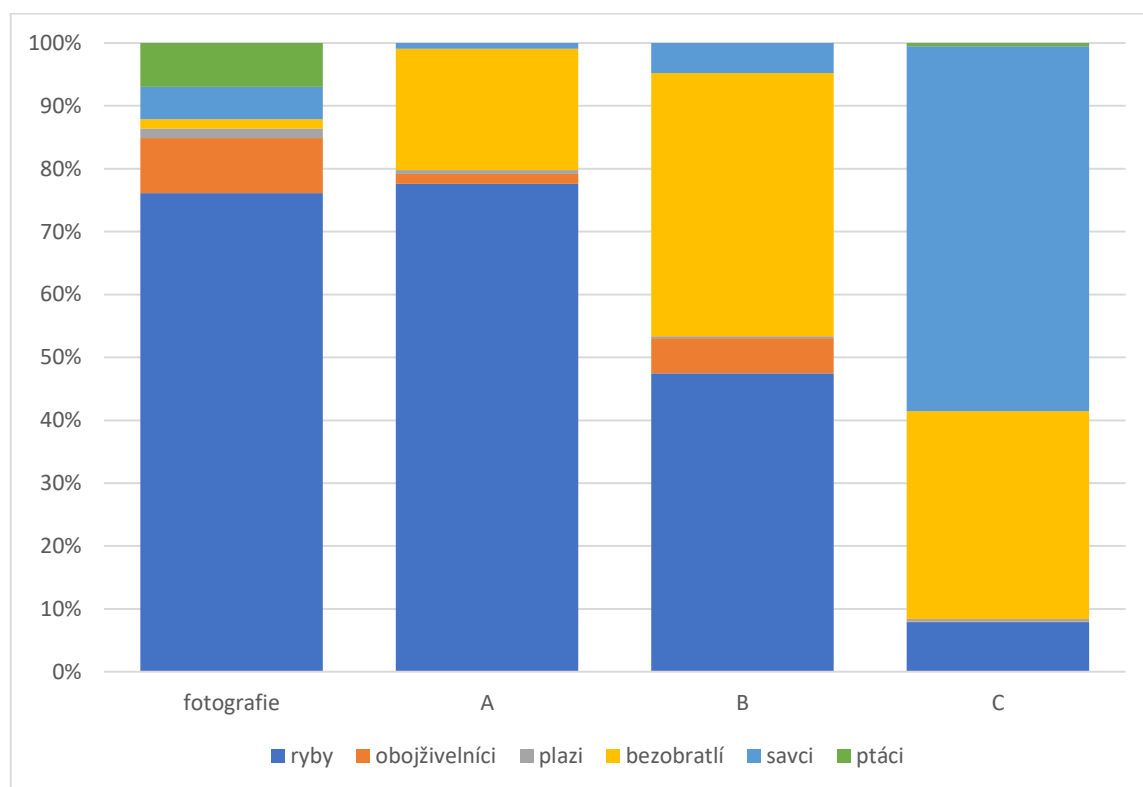
Celkové zastoupení rybí kořisti na fotografiích bylo 76,1 %. V regurgitátech po zprůměrování dat ze všech dostupných studií pak 76,8 %. Pro účely porovnání velikosti nerybí a rybí části kořisti v potravě volavky popelavé bylo použito programu R (R Core Team 2019) a Chi-square testu. H_0 – zastoupení rybí a nerybí složky v potravě volavky popelavé se na fotografiích a v regurgitátech statisticky významně neliší. Na 5% hladině významnosti dosáhla p-hodnota 0,7854. H_0 se tedy nezamítá. Data z fotografií a regurgitátů se v zastoupení těchto složek potravy shodují.



Graf 13 – Procentuální zastoupení jednotlivých typů kořisti v potravě volavky popelavé (*Ardea cinerea*) na analyzovaných fotografiích a v analyzovaných regurgitátech (A) Owen (1955), (B) Exnerová a Boháč (1991), (C) Fasola et al. (1993), (D) Owen (1960) in Rodríguez et al. (2007), (E) Moser (1986) in Rodríguez et al. (2007), (F) Sawara et al. (1994) in Rodríguez et al. (2007), (G) Jakubas a Manikowska (2011), (H) Ashoori et al. (2012).

Podhodnocení bezobratlé kořisti na fotografiích potvrzuje, mimo dat z regurgitátů i srovnání s dalšími používanými metodami na příkladu volavky popelavé – analýzou trávicích traktů a co může být poměrně překvapivé, tak i přímým pozorováním (Graf 14). I přes tento nedostatek je patrné, že informace o zastoupení nerybí kořisti získané z analýzy fotografií poměrně dobře korespondují s výsledky přímého pozorování Lekuonou (1999 a 2001) in Rodríguez et al. (2007) a zprůměrovanými výsledky z několika prací využívajících regurgitáty jakožto vhodnými metodami pro analýzu celkového potravního spektra volavkovitých.

Vzhledem k podobnosti složení potravy na fotografiích, v regurgitátech (Graf 13), při využití přímého pozorování (Graf 14 A) a velikosti rybí složky při analýze trávicích traktů (Graf 14 B), se dá předpokládat, že v případě volavky popelavé (potažmo volavkovitých) poskytuje analýza fotografií lepší představu o celkovém složení potravy než analýza pelet. To bylo potvrzeno Chi-square testem v programu R (R Core Team 2019) porovnáním dat z fotografií a z pelet (Graf 14 C). V peletách zastupovala rybí část kořisti pouze 8 % (data pro pelety pochází z práce Exnerové a Boháče 1991 a Rodríguez et al. 2007; průměrováno). Při H_0 – „zastoupení rybí a nerybí kořisti na analyzovaných fotografiích a v peletách se neliší“, dosahoval p-hodnota na 5% hladině významnosti hodnoty $2,2e^{-16}$. Zastoupení rybí a nerybí části kořisti se tak v tomto případě statisticky významně lišilo.



Graf 14 – Početní zastoupení jednotlivých složek kořisti v potravě volavky popelavé v analyzovaných fotografiích, přímém pozorování (A) Lekuona (1999) a (2001) in Rodríguez et al. (2007) trávicích traktech (B) (Vasvari (1954), Schlegel (1964), Cuesta et al. (1980), González-M a González-S (1990)) in Rodríguez et al. (2007) a peletách (C) Exnerová a Boháč (1991) a Rodríguez et al. (2007).

5.7.2 Druhové složení nerybí kořisti

Bukač velký

Na analyzovaných fotografiích bukače velkého bylo nalezeno 18 blíže identifikovatelných druhů nerybí kořisti. Nejzastoupenější skupinou byli savci s osmi zástupci. Ve všech případech se jednalo o malé hlodavce. Často byl pravděpodobně přítomen hraboš polní (Obr. 14 B). Malé hlodavce uvádí jako běžnou potravu bukače velkého např. Polak (2007).

Bezobratlé zastupovali tři zástupci hmyzu a jeden blíže neurčitelný rak. Z hmyzu byly nalezeny dva exempláře krtonožky obecné (Obr. 14 A) a jeden blíže neurčitelný jedinec. V práci Polaka (2007) tvořili bezobratlou složku nejvíce brouci jako rákosníček (*Donacia* sp.) a potápníkovití (Dytiscidae), dále vážky, pijavice (Hirudinae), ploštice, měkkýši.

Plazi byli zastoupeni užovkou podplamatou, jedním blíže neurčitelným (pravděpodobně užovkovitým) hadem a jednou ještěrkou živorodou (*Zootoca vivipara*).

Obojživelníky zastupoval jeden skokan skřehotavý a dvě blíže neurčitelné žáby. V práci Polaka (2007) byli v potravě bukače velkého přítomni, skokani hnědí, skřehotaví a čolek obecný (*Triturus vulgaris*).

Bukáček malý

V potravě bukáčka malého byli dle fotografií nejvíce zastoupenou nerybí složkou kořisti obojživelníci s 16 exempláři. Z těchto byli přítomni tři pulci a 12 dospělých žab, které byly nejvíce zastoupeny skokany a pravděpodobně také některými rosničkovitými (Hylidae). Ze skokanů byli přítomni minimálně 3 skokani zelení a dva skokani skřehotaví, zbytek skokanů nebylo možné blíže určit. Jediný další obojživelník byl čolek. Zástupce skokanů a jejich pulce našli v potravě bukáčka i Pardo-Cervera et al. (2010), blíže neidentifikované žáby a jejich pulce také Holmes a Hatchwell (1991). Flis a Gwiazda (2018) zaznamenali při kamerovém pozorování hnízd v potravě mláďat bukáčka skokany hnědé, a další blíže neurčené skokany.

Plazi byli zastoupeni ještěrkou zední (*Podarcis muralis*) (Obr. 15 A) a dvěma blíže neurčenými ještěrkami. V dostupné literatuře nebyla uvedena plazi kořist.

Z bezobratlých byli přítomni 2 zástupci hmyzu, z toho jedna vážka (Obr. 15 B). Pardo-Cervera et al. (2010) uvádějí jako nejběžnější bezobratlou kořist bukáčka malého vodní hmyz a raka červeného. Z hmyzu byly nejvíce zastoupeny vážky, včetně larválního stádia (18,1 %) a larvy vodních brouků (7,7 %). Nalezeni byli také krtonožky obecné a zástupci pavouků. Vážky a brouci byli zastoupeni také ve studii Holmese a Hatchwella (1991), kteří identifikovali jako potravu také cvrčka (*Acheta* sp.). Flis a Gwiazda (2018) uvádějí jako zaznamenanou bezobratlou kořist vážky, brouky a kroužkovce.

Flis a Gwiazda (2018) pak dále určily jako kořist i jednoho zástupce savců a to jednoho jedince hryzce vodního (*Arvicola amphibius*). Na analyzovaných fotografiích bukáčka malého nebyla zaznamenána žádná savčí kořist.

Kvakoš noční

Nejpočetnější nerybí kořistí v potravě kvakoše nočního, na analyzovaných fotografiích byli obojživelníci. Celkově jich bylo nalezeno šest, z toho dva skokani zelení, jeden skokan skřehotavý, jedna blíže neurčitelná žába, jeden pulec a jeden čolek. Žáby našla v potravě např. Riehlová (2006), žáby a pulce pak Fasola a Cardarelli (2015). Skokany křiklavé uvádí Hall a Kress (2008).

Bezobratlé zastupoval jeden krab, jeden malý rak, jeden zástupce hmyzu a jeden červ (Vermes). Hallem a Kressem byly v potravě nalezeny také sépie (Sepiida) a jeden zástupce desetinožců (Decapoda) *Crangon septemspinosa*. Quiroga et al. (2008) našli v žaludcích usmrčených ptáků korýše 19,4 % (*Trychodactyllus borelianus* a *Palaemonetes argentinus*), hmyz 10,2 % (*Belostoma micantulum* a sarančovitě (*Acrididae*)). Montesinos et al. (2008) našli v potravě mláďat kvakoše na jihu Španělska ve 25 % případů larvy brouků, u dospělých jedinců převažoval jako kořist rak červený (44,4 %). Dále byly přítomny části suchozemského hmyzu jako škvoři, střevlíkovití, svižník, blanokřídlí a cvrček polní (*Gryllus campestris*). Kazantzidis a Goutner (2005) uvádí jako běžnou hmyzí kořist krtonožku obecnou, z obojživelníků např. skokany, a dále pak žížalovité (Lumbricidae). Z korýšů pak autoři zmiňují značné zastoupení listonoha letního. Ten se nevyskytoval na žádné z fotografií.

Plazi byli na fotografiích přítomni tři. Ve dvou případech šlo o zástupce želv, a to o želvu nádhernou a želvu diamantovou. Třetím zástupcem byla ještěrka obecná. Plazy uvádějí jako potravu kvakoše nočního Fasola et al. (1993) a Kazantzidis a Goutner (2005).

V prvním případě se jednalo o blíže neurčené užovkovité, ve druhém pak o šest užovek obojkových a jednu želvu bahenní (*Emys orbicularis*).

Ptáky zastupovala tři kuřata, z nich dvě byla z řádu vrubozobých. Riehlová (2006) popsala jev, kdy v kolonii hnízdících kvakošů poblíž New Orleans, byla potrava u mlád'at, která opustila hnízdo tvořena ze 70,2 % mladšími jedinci stejného druhu. Ostatní nerybí složky byly zastoupeny z 8,5 % žábami a ze 4,3 % hlodavci. Požírání ptáků ve vysoké míře potvrzuje i studie Halla a Kresse (2008), kdy byl materiál ve vývrzcích mlád'at z 58 % tvořen zbytky ptáků. Jednalo se o zástupce rybakovitých (Sternidae), kajky mořské (*Somateria mollissima*) a racků (*Lari spp.*).

Jediný zástupce savců, zachycený jako kořist kvakoše nočního na fotografiích, byl hryzec vodní. Hryzce vodního uvádí jako nalezenou savčí potravu Kazantzidis a Goutner (2005) společně s hrabošem polním a krysami (*Rattus spp.*) Riehlová (2006) našla v potravě potkana obecného (*Rattus norvegicus*), Hall a Kress (2008) čipmanka východního (*Tamias striatus*) a další savce, např. krtka obecného, rejska obecného, myšku drobnou (*Micromys minutus*) a myšici křovinnou (*Apodemus sylvaticus*).

Volavka bílá

Na analyzovaných fotografiích volavky bílé, byli nejvíce zastoupenou nerybí kořistí plazi s celkovým počtem 19 kusů. Nejčastěji šlo o ještěrky (14 jedinců). Z ještěrek se jednalo například o ještěrku zelenou. Dále byly přítomny čtyři užovkovití hadi, jeden byl blíže určen jako užovka zelená (*Opheodrys aestivus*). Posledním přítomným plazem byl zástupce čeledi leguánovitých (Iguanidae) z rodu *Anolis*. Smith (1997) zaznamenal v potravě volavky bílé při výzkumu na Floridě zástupce scinkovitých (Scincidae) (*Eumeces inexpectatus* a *Eumeces laticeps*), anolise rudokrkého (*Anolis carolinensis*), jednoho zástupce druhu *Anolis sagrinus*, a jednoho hada druhu *Seminatrix pygaea*. Zástupce rodu *Anolis* našli v potravě také Miranda a Collazo (1997) při svém výzkumu v mangrovových porostech v Portoriku.

Obojživelníků bylo na fotografiích 14, z toho 13 dospělých žab a jeden pulec. Jednalo se převážně o skokany a alespoň v jednom případě byla přítomna blíže neurčená ropucha. Desítky pulců a dospělců skokanů chrochtavých (*Rana grylio*) a *Rana spenocephala* našel v potravě Smith (1997).

Savců bylo 11 a ve všech případech šlo o malé hlodavce, pravděpodobně různé hraboše nebo hryzce. Jednoho blíže neurčeného hlodavce našli v potravě Figueora a Stappung (2003).

Bezobratlé zastupovalo 12 zástupců, šest raků (min. jeden rak pruhovaný), tři krabi, jedna kreveta a dvě vážky. Miranda a Collazo (1997) našli z bezobratlých v potravě zejména zástupce rovnokřídlých. Korýše zaznamenali Maccarone a Brzorad (2002) a Pretelli et al. (2012), kteří našli také zástupce hmyzu, a to mohutnatkovité (Belostomatidae) a druh *Megadytes glaucus* z čeledi potápníkovitých. Smith (1997) našel v potravě desetinožce z rodu *Palaemonetes*, sladkovodní raky a z hmyzu pak zejména vážky. Figueora a Stappung (2003) našli v potravě velké množství zástupců račí čeledi Parastacidae, konkrétně druh *Samastacus spinifrons*. Birtto a Bugoni (2015) uvádí jako kořist měkkýše, kraby, raky a krevety, z hmyzu pak brouky a vážky.

Ptáci byli v potravě na fotografiích zastoupeni dvěma kuřaty. Figueora a Stappung (2003) identifikovali v potravě volavky bílé potápku Rollandovu (*Rolladnia rolland*) a další zástupce potápek (*Podiceps* spp.).

Volavka červená

Nejzastoupenější nerybí kořisti na fotografiích volavky červené byli plazi (15 exemplářů). Plazi byli nejvíce zastoupeni hady (10 kusů) z nichž se v jednom případě jednalo o užovku podplamatou a v jednom o užovku maurskou (*Natrix maura*). Zbylé zástupce plazů tvořily dvě ještěrky zelené a tři další blíže neurčené ještěrky. Ve studii Campose a Lekuony (1997) zastupovali plazy hadi z čeledi užovkovitých. Ashoori a Rakhshbahr (2013) zaznamenali z plazů užovku obojkové (52 kusů), Barbraud et al. (2001) pak užovku maurskou. Užovku maurskou a želvu bahenní našli v potravě Nedjah et al. (2010).

Všech 11 exemplářů savců patřilo do skupiny malých hlodavců, ponejvíce hrabošů. Hrabošovité (Microtidae) uvádí jako kořist volavky červené např. Barbraud et al. (2001). Montesinos et al. (2008) popsali jako kořist také potkana obecného.

Obojživelníků bylo 9, z toho 8 žab a 1 mlok. Žáby byly převážně zastoupeny skokany a minimálně jednou ropuchou. Ashoori a Rakhshbahr (2013) uvádí jako potravu skokany skřehotavé (v rámci studie skoro 40% zastoupení). Fasola et al. (1993) uvádí

jako kořist pulce. Dospělé jedince skokanů *Pelophylax saharicus* a jejich pulce uvádí jako potravu Nedjah et al. (2010).

Bezobratlé zastupovali dva exempláře raka. Ve studii Montesinose et al. (2008) ze Španělska byl značně zastoupen hmyz, a to hlavně vážkami a brouky, nalezen byl také rak červený. Na severovýchodě Alžírsko byl hmyz, podobně jako ve Španělsku nejvíce zastoupen vážkami a brouky (Nedjah et al. 2010). V analyzovaných peletách z jižní Francie převažoval hmyz (94,5 %) a to hlavně larvy brouků (66,2 %) a rovnokřídlí (15,2 %) (Barbraud et al. 2001).

Ptáky pak zastupovalo jedno blíže neurčené kuře a blíže neurčený drobný dospělý pták. Montesinos et al. (2008) našli zbytky lysky černé, Barbraud et al. (2001) zbytky pěvců (Passeriformes). Jednoho ptáka uvádí jako kořist volavky červené v Alžírsku Nedjah et al. (2010).

Volavka popelavá

Při vynechání ryb, byli nejvíce zastoupenou kořistí v potravě volavky popelavé na analyzovaných fotografiích obojživelníci (24 exemplářů), dále ptáci (19), savci (14) a bezobratlí s plazy (po 4 zástupcích). Zajímavostí může být jeden zástupce paryb. Jednalo zřejmě o mladého jedince z nadřádu žraloků. Nerybí kořist tvořila celkově 23,9 %.

Všech 24 obojživelníků zachycených na fotografiích bylo zastupováno žábami, hlavně pak skokany zelenými (7), hnědými (3) a skřehotavými (3). Jedenáct exemplářů nebylo možné, vzhledem ke kvalitě zachycení kořisti na fotografiích, blíže určit. Obojživelníky zastupují obvykle žáby, např. skokan Perézův (*Pelophylax perezi*), blatnice (*Pelobates cultripes*) a skokan hnědý (Peris et al. 1994). V některých studiích bylo vysledováno až 20% zastoupení obojživelníky v potravě (např. Jakubas a Mioduszewska 2005).

Poměrně značně byli zastoupeni ptáci s 19 exempláři (7 %). Ve většině případů (16) se jednalo o kuřata a mladé ptáky, z nichž byla nejvíce zastoupena kuřata kachnovitých, a to minimálně sedmi kusy. V jednom případě šlo o mladého poláka velkého. Ptáci obvykle nejsou uváděni jako běžná kořist volavky popelavé. Zbytky mláďat pěvců našli například Peris et al. (1994), Williams a Ward (2006) popsali útoky na kormorány velké a plenění jejich hnízd a Pistorius (2008) zdokumentoval predátorské

chování volavky popelavé vůči nelétavému chřástalu bělohrdlému (*Dryolimnas cuvieri aldabramus*).

Savců bylo jako kořist zachyceno na fotografiích 14 a jednalo se hlavně o skupinu malých hlodavců. Většinou šlo o hraboše, hryzce a nalezen byl i jeden zástupce potkana obecného. Jediný větší savec byl zástupce zajícovitých. Dle dostupné literatury se menší savci jako hlodavci stávají kořistí volavky popelavé běžně. Často se jedná právě o hryzce vodního, hraboše mokřadního (*Microtus argestis*), hraboše polního (*Microtus arvalis*), myš domácí (*Mus musculus*) a hmyzožravce (*Euliphotypla*) jako krtek obecný (Owen 1955, Draulans et al. 1987, Peris et al. 1994, Jakubas a Mioduszevska 2005). Owen (1955) uvádí, že se v potravě volavky popelavé raritně může objevit i králík (*Oryctolagus*), což potvrzuje nález jedné fotografie se zajícovitou kořistí.

Bezobratlé zastupovali v potravě volavky popelavé blíže neurčený plž a tři raci. Z těchto v jednom případě pravděpodobně rak červený a v jednom rak říční. Zbytky hlemýžďů bývají podle Fasoly et al. (1993) k nalezení poměrně často. V literatuře je jako nejběžnější bezobratlá kořist v potravě volavky popelavé uváděn hmyz, hlavně pak vážky a brouci (Peris et al. 1994), což potvrzuje studie Rodrigueze et al. (2007), ve které jsou jako nejčastější hmyzí kořist uvedeni šídlovití (Aeshnidae). V potravě se mohou vyskytnout i korýši, jejich početnost v potravě roste s frekvencí jejich výskytu v prostředí (Jakubas a Mioduszevska 2005).

Plazi byli na fotografiích čtyři. Z těchto se jednalo o tři hady, z nichž ve dvou případech bylo možné hada blíže určit. Pravděpodobně se jednalo o užovku obojkovou, resp. podplamatou. Čtvrtým zástupcem plazů byla ještěrka obecná. Z plazů byly identifikovány zbytky veleještěrky modroskvrnné (*Gallotia galloti*) a *Chalcides viridanus*, které mimo letní období tvořily důležitou část potravy volavky na Kanárských ostrovech. Dále byly ve vývržcích nalezeny zbytky užovky obojkové a užovky podplamaté (Rodríguez et al. 2007).

Volavka stříbřitá

Nerybí část kořisti v potravě volavky stříbřité tvořila na analyzovaných fotografiích 22,8 %, z nichž nejpočetnější byli bezobratlí s 16 % následovaní obojživelníky (8,6 %) a plazy (5,3 %). Zástupci ptáků a savců úplně chyběli.

Bezobratlé zastupovalo pět jedinců hmyzu, čtyři krevety rodu *Palaemon*, dva raci, jeden krab říční a dva blíže neurčitelní mnohoštětinatci. Hmyzí část představovaly dvě vážky (Obr. 16 A), jedna krtonožka obecná, jedna moucha (*Musca* spp.) (Obr. 16 B) a jeden blíže neurčitelný exemplář, pravděpodobně také z čeledi moučovitých (Muscidae). Dospělé raky s největší pravděpodobností zastupovali dva raci říční. Rakovce a vážky uvádějí ve své práci jako potravu volavky stříbřité např. Choi et al. (2016). Krevety rodu *Palaemon* uvádí jako častou kořist volavky stříbřité např. Fasola et al. (1993). Vážky jsou častou potravou volavky stříbřité, např. v Jižní Koreji tvořily 49,9 % z veškerého hmyzu, následovány byly brouky (45,8 %). Celkové početnostní zastoupení hmyzu bylo 43,4 % (Choi et al. 2016). V Řecku při analýze regurgitátů, prováděné Kazantzidisem a Goutnerem (2005) představoval hmyz 32,1 %, vážky tvořily 72,2 % veškerých hmyzích dospělců. Zastoupení hmyzu na fotografiích bylo pouze 5,7 % a např. zástupci brouků nebyli vůbec přítomni.

Z obojživelníků byl přítomen 1 pulec a 4 žáby, ze kterých bylo možné blíže určit jen jednoho skokana volského (*Lithobates catesbeianus*). Fasola et al. (1993) uvádí zastoupení obojživelníků 23 % (z toho 14,9 % pulci).

Z plazů byl na fotografiích zachycen jeden zástupce šupinatých (Squamata) z čeledi scinkovitých, a to *Lampropholis guichenoti*, který je australským endemitem. Plazi se v potravě volavky stříbřité vyskytují pouze zřídka (Fasola et al. 1993).

6 Závěr

Pomocí analýzy volně dostupných fotografií bylo v této práci rekonstruováno celkové potravní spektrum 14 řešených ptáků, určováno bylo také druhové složení nerybí části jejich kořisti a u kormorána velkého pak byla měřena také délka jím lovených, na fotografiích zachycených, ryb.

U řešených volavkovitých druhů metoda přinesla validní informaci o jejich celkovém potravním spektru (Graf 12). Analýza fotografií přinesla i poměrně velké množství informací o druhovém složení jejich nerybí kořisti. U volavky popelavé bylo pomocí Chi-square testu prokázáno, že se zastoupení rybí a nerybí složky v její potravě, zjištěné pomocí analýzy fotografií a regurgitátů, při porovnání těchto dvou metod na 5% hladině významnosti statisticky významně neliší. V případě volavky popelavé pak analýza fotografií prokázala dobrou shodu i s přímým pozorováním Lekuony (1999 a 2001 in Rodríguez et al. 2007). Naopak při porovnání s peletami se na 5% hladině významnosti statisticky významně lišilo. Výrazně nižší zastoupení nerybí složky v potravě se v porovnání s literaturou projevilo u čápa černého, kdy byly na 84 fotografiích nalezeny jen 4 druhy jiné než rybí kořisti. U čápa bílého se projevilo jeho potravní oportunismus a celkové složení jeho potravy poměrně dobře odpovídalo složení udávanému Kosickim et al. (2006), a neshodovalo se s daty získanými analýzou pelet. U zástupců volavkovitých i čápa bílého byla v porovnání s literaturou podhodnocena bezobratlá kořist, a to zejména kvůli nízkému zastoupení hmyzu. Malá kořist je na fotografiích obtížně zachytitelná a vzhledem ke své velikosti často úplně zanikne, nebo postrádá detailnost. K jejímu zachycení fotografem také v mnoha případech pravděpodobně vůbec nedojde, protože pro predátora je snadné takto malou kořist rychle schovat v zobáku a pozřít.

V potravě potápky roháče zastupovala nerybí složka kořisti na fotografiích neobvykle vysokých 9,4 %. V případě tohoto rybožravého predátora obvykle dosahuje méně než 1 %. V potravě kormorána velkého bylo nalezeno 9 kusů nerybí kořisti, mimo jiné byli přítomni zástupci obojživelníků a plazů, kteří nejsou v dostupných studiích jako potrava uváděni. V případě orlovce říčního odhalily fotografie jako kořist mimo ryb pouze 4 ks žraloků, což je v plném souladu s faktem, že se podle dostupných studií živí v podstatě pouze rybami (resp. rybovitými obratlovci; tato práce). Pouze čtyři kusy nerybí

kořisti byly zachyceny také na 75 fotografiích morčáka velkého. Poměrně nízká míra celkového zastoupení nerybí kořisti není, až na potápku roháče, u těchto rybožravých predátorů nijak překvapivá. Pro získání více informací o druhovém složení nerybí kořisti u výrazně rybožravých ptáků (kormorán velký, orlovec říční, morčák velký) by pravděpodobně bylo vhodné využít postupu Čecha a Čecha (2017b) a zadávat cíleně hesla, která obsahují jména potenciálně lovených nerybích druhů/typů kořisti (např. „Great Cormorant and snake“ nebo „Osprey and rabbit“, aj.).

Nejnižší úspěšnost v určování kořisti se projevila u orla mořského. Fotografie často zachycovaly jen roztrhané maso bez jasných determinačních znaků a ve 30 případech tak nebylo možné určit ani kategorii kořisti. Složení potravního spektra se poměrně dobře shodovalo s pozorováním Willeho a Kamppa (1983). Při porovnání s další dostupnou literaturou pak byli v jeho potravě na fotografiích méně zastoupeni zejména ptáci.

Průměrná velikost ryb lovených kormoránem velkým na analyzovaných fotografiích byla s 22,3 cm v porovnání s ostatními studii vyšší až na jeden případ, kdy ji převýšila analýza z údolní nádrže Slapy (22,8 cm) v práci Čecha et al. (2008). Celková velikost ryb na fotografiích byla otestována pomocí neparametrického dvouvýběrového Wilcoxonova testu, kterým bylo prokázáno, že se data z fotografií statisticky významně liší v porovnání s daty poskytnutými M. Čechem. Na analyzovaných fotografiích byly zachyceny větší ryby, než kormorán velký běžně loví.

Na fotografiích chyběla zejména nejmenší velikostní skupina ryb (do velikosti 8 cm) (Graf 7, 8 a 10). Malá rybí kořist je málo zastoupena pravděpodobně z podobného důvodu, jako je tomu u hmyzu. Tedy v důsledku obtížnějšího zachycení na fotografii a rychlosti jejího pozření lovcím ptákem. Deficit tedy metoda vykazuje hlavně v nulovém zastoupení ryb pod 8 cm a celkovém nižším zastoupením v menších velikostních kategoriích. Na druhé straně naopak vykazuje vyšší zastoupení v kategorii největších ryb. Toto však neplatí v případě porovnání s přímým pozorováním Lekuony (2002), kde zastoupení nejdelší velikostní kategorie (>28 cm) ryb nejlépe odpovídá datům získaným z fotografií. Pravděpodobně tak při pozorování, a tedy i fotografování dochází k nadhodnocování velikosti lovených ryb (pozření větší ryby obvykle představuje vyšší nároky na handling time, tzn. fotograf má mnohem více času na pořízení dobrého snímku,

má i víc času lovce a kořist vůbec ve svém zorném poli zachytit a soustředit na něj svou pozornost).

Použitá metoda analýzy fotografií tedy dokáže poskytnout dobrou informaci o celkovém potravním spektru prakticky u všech řešených rybožravých predátorů a u těch, kteří nejsou striktně rybožraví (např. volavky a čáp bílý) i poměrně hodně informací o druhovém složení nerybí části kořisti. U výrazně rybožravých ptáků by pro analýzu nerybí části kořisti bylo zřejmě vhodnější použít i další vyhledávací hesla obsahující názvy určitých nerybích druhů potravy. Ryby lovené kormoránem velkým byly na fotografiích statisticky významně delší, než je udáváno literaturou, a na fotografiích naopak úplně chyběly ryby do velikosti 8 cm. Zastoupení malé kořisti, jako nejmenších ryb a také hmyzu, je na analyzovaných fotografiích nízké a metoda tedy v tomto ohledu vykazuje určitou nedostatečnost. Toto obecné podhodnocení malé kořisti je zřejmě dáno souhrou celé řady faktorů, kdy na jedné straně je krátký manipulační čas nutný ke zpracování a polknutí kořisti ze strany predátora (tzn. i krátký čas pro fotografa pořídit záběr) a např. i slabá motivace pořídit snímek predátora s malou kořistí ze strany fotografa.

7 Seznam použité literatury

Adámek, Z. (1991). Potravní biologie kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na nádržích Nové Mlýny. Bulletin VÚRH Vodňany, č. 27 (4): 105–111

Adámek, Z., Kortan, J., Flajšhans, M. (2007). Computer-assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant [*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)] attacks. *Aquacult Int.* 15:211-216

Andreska, J., Čech, M., Rušňák, Š. (2007). Kormorán velký v Čechách a jeho potrava na zimovištích v Praze. *Živa* 5, 228-230

Antczak, M., Konwerski, S., Grobelny, S., Tryjanowski, P. (2002). The Food Composition of Immature and Non-breeding White Storks in Poland. *Waterbirds*, 25(4):424-428

Ashoori, A., Naderi, S., Barati, A. (2012). Nestling diet of the Grey Heron, *Ardea cinerea*, in Siahkeshim, Northern Iran (Aves: Ardeidae). *Zoology in the Middle East*, 57:1, 139-142

Ashoori, A., Rakhshbhar, Y. (2013). Nestling diet of the Purple Heron, *Ardea purpurea*, in Anzali wetland, Northern Iran (Aves: Ardeidae). *Zoology in the Middle East*, Vol. 59, No. 3, 280-282

Barbraud, C., Lepley, M., Lemoine, V., Hafner, H. (2001). Recent changes in the diet and breeding parameters of the Purple Heron *Ardea purpurea* in southern France. *Bird Study* 48, 308-316

Barret, R., T., Rov, N., Loen, J., Montevecchi, W., A. (1990). Diets of shags *Phalacrocorax aristotelis* and cormorants *P. carbo* in Norway and possible implications for geoid stock recruitment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 66: 205-218

Boström, M., K., Lunneryd, S.-G., Karlsson, L., Ragnarsson, B. (2009). Cormorant impact on trout (*Salmo trutta*) and salmon (*Salmo salar*) migrating from the river Dalälven emerging in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 98, 16-21

Boström, M., K., Östman, Ö., Bergenius, M., A., J., Lunneryd, S.-G. (2012). Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Science*, 69(2), 175-183

- Britto, V., O., Bugoni, L. (2015).** The contrasting feeding ecology of great egrets and roseate spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia*, 744:187-210
- Camphuysen, C., J. (2007).** Phalacrocoracidae: Cormorants and shags. Technical documents 4.1, Handbook on Oil Impact Assessment, version 1.0. Online edition, www.oiledwildlife.eu
- Campos, F., Lekuona, J., M. (1997).** Temporal variations in the feeding habits of the Purple Heron *Ardea purpurea* during the breeding season. *Ibis* 139: 447-451
- Carss, D., N., Ekins, G., R. (2002).** Further european integration: mixed sub-species colonies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Britain – Colony establishment, diet, and implications for fisheries management. *Ardea* 90(1): 23-41
- Carrs, D., N., Marzano M. (2005)** Reducing the conflict between cormorants and fisheries on a pan-European scale. REDCAFE, Summary & National Overviews
- Cartron, J-L., E., Molles, Jr., M., C. (2002).** Osprey diet along the eastern side of the Gulf of California, Mexico. *Western North American Naturalist* 62(2), 249-252
- Cook, D., C. (1978).** Foraging Behaviour and Food of Grey Herons *Ardea cinerea* on the Ythan Estuary. *Bird Study*, 25:1, 17-22
- Čech, M. (2012).** Potrava kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) v povodí Vltavy: shrnutí výsledků. *SYLVIA* 48, 39-55
- Čech, M., Čech, P. (2017a).** Effect of brood size on food provisioning rate in Common Kingfishers *Alcedo atthis*. *Ardea* 105/1
- Čech, M., Čech, P. (2017b).** Neybí kořist v potravě ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) shrnutí. *Ledňáček říční, Jeho ochrana a výzkum, Sborník referátů z III. mezinárodního semináře, Vlašim*, 76-88
- Čech, M., Čech, P. (2015).** Non-fish prey in the diet of an exclusive fish-eater: the Common Kingfisher *Alcedo atthis*. *Bird Study*, 1-9.
- Čech, M., Čech, P. (2011).** Potrava ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) v závislosti na typu obývaného prostředí: shrnutí výsledků z České republiky. *Sylvia* 47, 33-47

- Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prchalová, M., Draštík, V. (2008).** Size Selectivity in Summer and Winter Diets of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it Reflect Season-Dependent Difference in Foraging Efficiency? *Waterbirds* 31 (3): 438-447
- Čech, M., Vejřík, L. (2011).** Winter diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the River Vltava: estimate of size and species composition and potential for fish stock losses. *Folia Zool.* – 60 (2): 129-142
- Dias, E., Morais, P., Leopold, M., Campos, J., Antunes, C. (2012).** Natural born indicators: Great cormorant *Phalacrocorax carbo* (Aves: Phalacrocoracidae) as monitors of river discharge influence on estuarine ichthyofauna. *Journal of Sea Research* 73, 101 - 108
- Dirksen, S., Boudewijn, T., J., Noordhuis, R., Marteijs, E., C., L. (1995).** Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: Prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. *Ardea* 83: 167-184
- Draulans, D., Perremans, K., van Vesseem, J., Pollet, M. (1987).** Analysis of pellets of the Grey heron, *Ardea cinerea*, from colonies in Belgium. *J. Zool., Lond.* 211, 695-708
- Ekblad, C., M., S., Sulkava, S., Stjernberg, T., G., Laaksonen, T., K. (2016).** Landscape-scale gradients and temporal changes in the prey species of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*). *Ann. Zool, Fennici* 53: 228-240
- Emmrich, M., Düttmann, H. (2011).** Seasonal shifts in diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207-216
- Exnerová, A., Boháč, D. (1991).** Potrava volavky popelavé, *Ardea cinerea*, v hnízdním období. *Sylvia* 28, 77 – 88
- Fasola, M. (1994).** Opportunistic use of foraging resources by heron communities in southern Europe. *Ecography* 17: 113-123
- Fasola, M., Cardarelli, E. (2015).** Long-term changes in the food resources of a guild of breeding Ardeinae (Aves) in Italy. *Italian Journal of Zoology*, 238-250

- Fasola, M., Rosa, P., Canova, L. (1993).** The Diets of Squacco Herons, Little Egrets, Night, Purple and Grey Herons in their Italian Breeding Ranges. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, vol. 48: 35-47
- Figueroa, R., A., Corales Stappung, E., S. (2003).** Food of Breeding Great White Egrets in an Agricultural Area of Southern Chile. *Waterbirds*, 26(3): 370-375
- Flis, A., Gwiazda, R., (2018).** Diet and feeding of nestling Little Bitterns *Ixobrychus minutus* at fishponds: testing a new method for studying a difficult-to-monitor species. *Bird Study*
- Fontaneto, C., Ferretti, G., Bordignon, L., Fontaneto, D. (2006).** The Black Stork *Ciconia nigra* in northern Italy: Which environmental features does this species needs to nest? *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 61: 33:308
- Fonteneau, F., Paillisson, J.- M., Marion, L. (2009).** Relationships between bird morphology and prey selection in two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies during winter. *Ibis*, 151, 286-298
- Francour, P., Thibault, J.-C. (1996).** The diet of breeding Osprey *Pandion haliaeetus* on Corsica: exploitation of a coastal marine environment. *Bird Study* 43, 129-133
- Gagliardi, A., Martinoli, A., Preatoni, D., Wauters, L., A. (2007).** From mass of body elements to fish biomass: a direct method to quantify food intake of fish eating birds. *Hydrobiologia* 583: 213-222
- Gagliardi, A., Preatoni, D., G., Wauters, L., A., Martinoli, A. (2015).** Selective predators or choosy fishermen? Relation between fish harvest, prey availability and great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) diet. *Italian Journal of Zoology*, 544-555
- Gaye-Siessegger, J. (2014).** The great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) at lower lake Constance/Germany: dietary composition and impact on commercial fisheries. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 414, 04, 1-12
- Glass, K., A., Watts, B., D. (2009).** Osprey diet composition and quality in high- and low-salinity areas of lower Chesapeake bay. *J. Raptor Res.* 43(1):27-36
- Grémillet, D., Argentin, G., Schulte, B., Culik, B., M. (1998).** Flexible foraging techniques in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* and Shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding. *Ibis* 140: 113-119

- Grémillet, D., J., H., Plös, A., L.** (1994). The use of stomach temperature records for the calculation of daily food intake in cormorants. *J. exp. Biol.* 189, 105-115
- Gwiazda, R.** (1997). Foraging ecology of the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus* L.) at a mesotrophic-eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 353: 39 – 43
- Gwiazda, R., Amirowicz, A.** (2010). Towards the optimal foraging strategy: Is seasonal shift in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* (L.) in a dam reservoir the effect of water temperature or size pattern in fish assemblages? *Polish Journal Ecology* 58, 4, 783-792
- Hall, C., S., Kress, S., W.** (2008). Diet of Nestling Black-crowned Night-herons in a Mixed Species Colony: Implications for Tern Conservation. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(3):637-640
- Halley, D., J.** (1998). Golden and White-tailed Eagles in Scotland and Norway Coexistence, competition and environmental degradation. *Brit. Birds* 91: 171-179
- Hampl, R., Beran, V., Dolata, P., T.** (2007). Potrava mlád'at čápa černého (*Ciconia nigra*) v České republice a v Polsku. *Sylvia* 43: 165-172
- Hampl, R., Bureš, S., Baláž, P., Bobek, M., Pojar, F.** (2005). Food Provisioning and Nestling Diet of the Black Stork in the Czech Republic. *Waterbirds*, 28(1):35-40
- Häkkinen, I.** (1978). Diet of the Osprey *Pandion haliaeetus* in Finland. *Ornis Scandinavica* 9: 111-116
- Holmes, P., R., Hattchwell, B.,J.**(1991). Notes on the ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* at Haigam Rakh, Kashmir, India. *Forktail* 6: 25–33
- Hudec, K., Šťastný, K., Balát, F., Bárta, D.** (2005). *Fauna ČR*. ISBN – 80-200-1113-7
- Chenchouni, H.** (2017). Variation in White Stork (*Cicocina ciconia*) diet along a climatic gradient and across rural-to-urban landscapes in North Africa. *Int J Biometeorol*, 61:549-564
- Chevallier, D., Baillon, F., Robin, J-P., Le Maho, Y., Massemin-Challet, S.** (2008). Prey selection of the black stork in the African wintering area. *Journal of Zoology* 276, 276-284

- Choi, Y.-S.-, Kwon, I.-K., Yoo, J.-C. (2016)** Nestling diet of three sympatric egret species: rice fields support breeding egret populations in Korea. *Ornithol Sci* 15: 55-62
- Jakubas, D. (2004)** The Response of the Grey Heron to a Rapid Increase of the Round Goby. *Waterbirds* 27(3): 304-307
- Jakubas, D., Manikowska, B., (2011).** The response of Grey Herons *Ardea cinerea* to changes in prey abundance. *Bird Study* 58, 487-494
- Jakubas, D., Mioduszevska, A. (2005).** Diet composition and food consumption of the grey heron (*Ardea cinerea*) from breeding colonies in northern Poland. *Eur J Wildl Res*, 51: 191-198
- Johansen, R., Barret, R., T., Pedersen, T. (2001).** Foraging strategies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* wintering north of the Arctic Circle. *Bird Study* 48, 59-67
- Johnson, B., L., Kaise, J., L., Henny, Ch., J., Grove, R., A. (2008).** Prey of Nesting Ospreys on the Willamette and Columbia Rivers, Oregon and Washington. *Northwest Science*, Vol 82. No. 3., 229-236
- Kajtoch, L., Lešo, P., Matysek, M., Kata, M., Gacek, S., Zontek, C., Bisztyga, A., Gwiazda, R. (2017).** Do flocks of great cormorants and goosadners avoid spatial overlap in foraging habitat during the non-breeding season? *Aquatic Ecology* 51., 473-483
- Kålås, J., A., Heggberget, T., G., Bjorn, P., A., Reitan, O. (1993).** Feeding behaviour and diet of goosanders (*Mergus merganser*) in relation to salmonid seaward migration. *Aquat. Living Resour.*, 6, 31-38
- Kamiński, M., Bańbura, J., Janic, B., Marszał, L., Minias, P., Zieliński, P., (2018).** Intra-seasonal and Brood-size Dependent Variation in the Diet of Black Stork (*Ciconia nigra*) Nestlings. *Waterbirds* 41 (3), 268-275
- Kazantzidis, S., Goutner, V. (2005).** The diet of nestling of three Ardeidae species (Aves, Ciconiiformes) in the Axios Delta, Greece. *Belg. J. Zool.*, 135 (2) : 165-170
- Kazantzidis, S., Hafner, H., Goutner, V. (1996).** Comparative breeding ecology of the Little egret (*Egretta g. Garzetta*) in the Axios Delta (Greece) and the Camargue (France). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, vol. 51, 313-327

- Keller, T.** (1995). Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea* 83: 185-192
- Kloskowski, J.**, (2011). Human-wildlife conflicts at pond fisheries in eastern Poland: perceptions and management of wildlife damage. *European Journal of Wildlife Research* 57(2): 295-304
- Kortan, J., Adámek, Z.** (2011). Behavioural response of carp (*Cyprinus carpio*, L.) pond stock upon occurrence of hunting great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) flocks. *Aquacult Int.* 19: 121-129
- Kortan, J., Adámek, Z., Flajšhans, M., Piačková, V.** (2008). Indirect manifestation of cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)) predation on pond fish stock. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 389, 01
- Kortan, J., Blahová, J., Kružiková, K., Adámek, Z.** (2011). Stress responses of carp pond fish stock upon hunting activities of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.). *Aquaculture research*, 42, 322-330
- Kosicki, J. Z., Profus, P., Dolata, P. T., & Tobólka, M.** (2006). Food composition and energy demand of the White Stork *Ciconia ciconia* breeding population. Literature survey and preliminary results from Poland. *The White Stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation*, ISBN: 9788360247358, 169-183
- Kruszyk, R., Ciach, M.** (2010). White Storks, *Ciconia ciconia*, forage on rubbish dumps in Poland—a novel behaviour in population. *Eur J Wildl Res*, 56:83-87
- Lehikoinen, A.** (2005) Prey-switching and Diet of the Great Cormorant During the Breeding Season in the Gulf of Finland. *Waterbirds* 28(4): 511-515
- Lekuona, J., M.** (2002) Food intake, feeding behaviour and stock losses of cormorants, *Phalacrocorax carbo*, and grey herons, *Ardea cinerea*, at a fish farm in Arcachon Bay (Southwest France) during breeding and non-breeding season. *Folia Zool.* – 51(1): 23-34
- Leopold, M., F., van Damme, C., J., G., van der Veer, H., W.** (1998). Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 40, 93-107
- Li, X., Shi, Y., Xu, J., Bao, W.** (2011). Wintering ecology of the Black Stork (*Ciconia nigra*) in Beijing. *Chinese Birds* 2(1):46-52

- Liordos, V., Goutner, V. (2007).** Diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* L. 1758) at two Greek colonies. *Journal of Biological Research* 7: 51 – 57
- Liordos, V., Goutner, V. (2007).** Spatial Patterns of Winter Diet of the Great Cormorant in Coastal Wetlands of Greece. *Waterbirds* 30(1): 103-111
- Liordos, V., Goutner, V. (2008).** Habitat and Temporal Variation in Diet of Great Cormorant Nestlings in Greek Colonies. *Waterbirds* 31(3): 424-437
- Liordos, V., Goutner, V. (2009).** Sexual differences in the diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Greece. *Eur J of Wildl Res* 55: 301-308
- Lorentsen, S.-H., Grémillet, D., Nymoen, G., H. (2004).** Annual Variation in Diet of Breeding Great Cormorants: Does it Reflect Varying Recruitment of Gadoids? *Waterbirds* 27(2): 161-169
- Lyach, R., Blabolil, P., Čech, M. (2018).** Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* feed on larger fish in late winter. *Bird Study*, DOI: 10.1080/00063657.2018.1476459
- Maccarone, A., D., Brzorad, J., N. (2002).** Foraging Patterns of Breeding Egrets at Coastal and Interior Locations. *Waterbirds*, 25(1): 1-7
- Mach, Jakub.** *Význam a druhové složení nerybí složky v potravě rybožravých predátorů.* Praha, 2017. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, 12-06-2017
- Magath, V., Abraham, R., Helbing, W., Thiel, R. (2016).** Link between estuarine fish abundances and prey choice of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* (Aves, Phalacrocoracidae). *Hydrobiologia* 763: 313-327
- Manikowska-Ślepowrońska, B., Ślepowroński, K., Jakubas, D. (2016).** Use of a pole-mounted camcorder for indirect inspection of nest contents in tree-nesting Grey herons *Ardea cinerea*. *Ardeola* 63(2), 395-404
- Manikowska-Ślepowrońska, Szydzik, B., Jakubas, D. (2015).** Determinants of the presence of conflict bird and mammal species at pond fisheries in western Poland. *Aquatic Ecology* 50: 87-95
- Mareš, L., Ženíšková, H., Chalupa, P., Mořický J. (2019).** Situační a výhledová zpráva Ryby 2019. Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 978-80-7434-537

- Marquiss, M., Duncan, K. (1994).** Seasonal switching between habitats and changes in abundance of Goosanders *Mergus merganser* within a Scottish river system. *Wildfowl* 45: 198-208
- Martinoli, A., Gagliardi, A., Preatoni, D., G., Di Martino, S., Wauters, L., A., Tosi, G. (2003).** The Extent of Great Crested Grebe Predation on Bleak in Lake Como, Italy. *Waterbirds* 26(2): 201-208
- Martins, S., Freitas, R., Palma, L., Beja, P. (2011).** Diet of breeding Ospreys in the Cape Verde archipelago, northwestern Africa. *J. Raptor Res.* 45(3): 224-251
- Matsunaga, K. (2000).** Effect of Tidal Cycle on the Feeding Activity and Behavior of Grey Herons in a Tidal Flat in Notskuke Bay, Northern Japan. *Waterbirds* 23(2): 226-235
- McCaw III, J., H., Zwank, P., J., Steiner, R., L. (1996).** Abundance, distribution, and behavior of common merganser wintering on a reservoir in southern New Mexico. *J. Field Ornithol.* 67(4): 669-679
- Milchev, B., Chobanov, D., Simov, N. (2013).** Diet and foraging habitats of non-breeding white storks (*Ciconia ciconia*) in Bulgaria. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 65(3), 1007-1013
- Miranda, L., Collazo, J., A. (1997).** Food Habits of 4 Species of Wading Birds (Ardeidae) in a Tropical Mangrove Swamp. *Colonial Waterbirds* 20(3): 413-418
- Mlíkovský, J. (2009).** The Food of the White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) at Lake Baikal, East Siberia. *Slovak Rapt. J.* 3: 35-39
- Montesinos, A., Santoul, F., Green, A., J. (2008).** The Diet of the Night heron and Purple heron in the Guadalquivir marshes. *Ardeola* 55(2), 161-167
- Morküne, R., Lesutiene, J., Barisevičiūte, R., Morkūnas, J., Gasiūnaite, Z., R. (2016).** Food sources of wintering piscivorous waterbirds in coastal waters: A triple stable isotope approach for the southeastern Baltic Sea. *Euarine, Coastal and Shelf Science* 171, 41 – 50
- Musil, P. (2013).** K situaci kormorána velkého v České republice. *Veronica* 4: 8-9
- Musil, P., Macháček, P., Musilová, Z., Pavelka, K., Podhrazský, M. (2016).** Počet hnízdících párů kormorána velkého v České republice v roce 2014 až 2016. *Aythya* 6: 52-56

- Nadjafzadeh, M., Hofer, H., Krone, O. (2013)** The Link Between Feeding Ecology and Lead Poisoning in White – Tailed Eagles. *The Journal of Wildlife Management* 77(1): 48-57
- Nadjafzadeh, M., Voigt, Ch., C., Krone, O. (2016).** Spatial, seasonal and individual variation in the diet of White-tailed Eagles *Haliaeetus albicilla* assessed using stable isotope ratios. *Ibis*, 158, 1-15
- Nedjah, R., Bouchecker, A., Samraoui, F., Menai, R., Alfarhan, A., Al-Rasheid, K., AS., Samraoui, B. (2010).** Breeding ecology of the Purple Heron *Ardea purpurea* in Numidia, north-eastern Algeria. *Ostrich*, 81(3): 189-196
- Newson, S. E., Hughes, B., Russel, I. C., Ekins, G. R., Sellers, R. M. (2004).** Sub-specific differentiation and distribution of Great cormorant *Phalacrocorax carbo* in Europe. *Ardea* 92 (1): 3-10
- Oehm, J., Thalinger, B., Eisenkölbl, S., Traugott, M. (2017).** Diet analysis in piscivorous birds: What can the addition of molecular tools offer? *Ecol Evol.* 7: 1984-1995
- Oehm, J., Thalinger, B., Mayr, H., Traugott, M. (2016).** Maximizing dietary information retrievable from carcasses of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* using a combined morphological and molecular analytical approach. *Ibis*, 158, 51-60
- Opačak, A., Florijančić, T., Horvat, D., Ozimec, S., Bodakoš, D. (2004).** Diet spectrum of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) at the Donji Miholjac carp fishponds in eastern Croatia. *Eur J Wildl Res* 50: 173-178
- Orlowski, G., Ksiazkiewicz-Parulska, Z., Karg, J., Bocheński, M., Jerzak, L., Zub, K. (2016).** Using soil from pellets of White Storks *Ciconia ciconia* to assess the number of earthworms (Lumbricidae) consumed as primary and secondary prey. *Ibis*, 158, 587-597
- Owen, D., F. (1955).** The food of the heron *Ardea cinerea* in the breeding season. *Ibis* 97(2): 276-295
- Pardo-Cervera, F., Sorensen, I., H., Jensen, C., Ruiz, X., Sánchez-Alonso, C. (2010).** Breeding biology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in the Ebro delta (NE Spain). *Ardeola* 57(2), 407-416

- 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: 488-496
- Pistorius, P., A.** (2008). Grey Heron (*Ardea cinerea*) Predation on the Aldabra White-throated Rail (*Dryolimnas cuvieri aldabranus*). *The Wilson Journal of Ornithology* 120(3):631-632
- Polak, M.** (2007). Food of nestling Great Bitterns *Botaurus stellaris* at fishpond complexes in eastern Poland. *Bird Study* 54, 280-283
- Post, W.** (2008). Food Exploration Patterns in an Assembly of Eustarine Herons. *Waterbirds*, 31(2):179-192
- Pretelli, M., G., Josens, M., L., Haydee, A.** (2012). Breeding Biology at a Mixed-Species Colony of Great Egret and Cooi Heron in a Pampas Wetland of Argentina. *Waterbirds*, 35(1):35-43
- Quiroga, M., Leon, E., Beltzer, A., Olguin, P.** (2013). Diet of Black-crowned Night-herons (*Nycticorax nycticorax*) in a Wetland of the Parana River's Alluvial Valley. *Ekoloji* 22, 88, 43-50
- R Core Team** (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Randall, R., M., Tregoning, C., Randall, B., M., Martin, A., P.** (2002). Adaptability of great cormorants *Phalacrocorax carbo* in a coastal environment demonstrated by their exploitation of introduced prey species and use of artificial breeding sites. *S. Afr. J. mar. Sci* 24: 317-321
- Raven, P.** (1986). The size of minnow prey in the diet of young Kingfishers *Alcedo atthis*. *Bird Study* 33, 6-11
- Reynolds, S., J., Hinge, M., D., C.** (1996). Foods brought to the nest by breeding Kingfishers *Alcedo atthis* in the New Forest of southern England. *Bird Study* 43, 96-102
- Riehl, Ch.** (2006). Widespread Cannibalism by Fledglings in a Nesting Colony of Black-crowned Night-Herons. *The Wilson Journal of Ornithology* 118(1): 101-104

- Rodríguez, A., Rodríguez, B., Rumeu, B., Nogales, M. (2007).** Seasonal diet of the Grey Heron *Ardea cinerea* on an oceanic island (Tenerife, Canary Islands): indirect interaction with wild seed plants. *Acta Ornithologica*, Vol. 42, No. 1, 77-87
- Rosin, Z., M., & Kwieciński, Z. (2011).** Digestibility of prey by the White Stork (*Ciconia ciconia*) under experimental conditions. *Ornis Fennica*, 88: 40-50
- Samraoui, F., Nedjah, R., Boucheker, A., Alfarhan, A., H., Samraoui, B. (2012).** Breeding ecology of the Little Bittern *Ixobrychus minutus* in northeast Algeria. *Bird Study* 59, 496-503
- Santoul, F. (2005).** The diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in southwestern France. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 60, 83-87
- Sándor, A., D., Alexe, V., Marinov, M., Dorosencu, A., Domsa, C., Kiss, B., J. (2015).** Nest-site selection, breeding success, and diet of white-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) in the Danube Delta, Romania. *Turk J Zool* 39: 300-307
- Siverio, M., Rodríguez, B., Rodríguez, A., Siverio, F. (2011).** Inter-insular variation of the diet of osprey *Pandion haliaetus* in the Canarian archipelago. *Wildl Biol.* 17: 240-247
- Smith, J., P. (1997).** Nesting Season Food Habits of 4 Species of Herons and Egrets at Lake Okeechobee, Florida. *Colonial Waterbirds* 20(2): 198-220
- Steffens, W. (2010).** Great Cormorant – Substantial Danger to fish populations and fishery in Europe. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (No 3), 322-331
- 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. *J. Zool., Lond.* 267, 191-201
- Suter, W. (1997)** Roach rules: Shoaling fish are a constant factor in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. *Ardea* 85: 9-27
- Svenning, M.- A., Fagermo, S., E., Barrett, R., T., Borgstrom, R., Vader, W., Pedersen, T., Sandring, S. (2005).** Goosander predation and its potential impact on Atlantic salmon smolts in the River Tana estuary, northern Norway. *Journal of Fish Biology* 66, 924-937
- Švažas, S., Chukalova, N., Grishanov, G., Pütys, Ž., Sruoga, A., Butkauskas, D., Raudonikis, L., Prakas, P. (2011).** The role of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*

sinensis) for fish stock and dispersal of helminthes parasites in the Curonian Lagoon area. Veterinarija Ir Zootechnika (Vet Medy Zoot). T. 55 (77) 79-85

Thalinger, B., Oehm, J., Mayr, H., Obwexer, A., Zeisler, Ch., Traugott, M. (2016). Molecular prey identification in Central European piscivores. Molecular Ecology Resources 16, 123-137

Thomas, F., Deerenberg, C., Lepley, M., Hafner, H. (1999). Do breeding site characteristics influence breeding performance of the Purple heron *Ardea purpurea* in the Camargue? *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, vol. 54, 269-281

Timken, R., L., Anderson, B., W. (1969). Food habits of common merganser in the northcentral United States. Journal of Wildlife Management, Vol. 33, No. 1, 87-91

Tsachalidis, E., P., & Goutner, V. (2002). Diet of the White Stork in Greece in Relation to Habitat. *Waterbirds*, 25(4):417-423

Tuvi, J., Väli, Ü. (2007). The impact of the White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* and the Osprey *Pandion haliaetus* on Estonian Common Carp *Cyprinus carpio* production: How larg is the economic loss? *Estonian Journal of Ecology*, (56): 209-223

Uleanaers, 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

van Eerden, M., R., Piersma, T., Lindeboom, R. (1993). Competitive food exploitation of smelt *Osmerus eperlanus* by great crested grebe *Podiceps cristatus* and perch *Perca fluviatilis* at Lake IJsselmeer, The Netherlands. *Oecologia*, 93(4): 463-474

van Rijn, S., Zijlstra, M., Bijlsma, R., G. (2010). Wintering White-tailed Eagles *Haliaeetus albicilla* in The Netherlands: aspects of habitat scale and quality. *Ardea* 98: 373-382

Vilches, A., Arizaga, J., Miranda, R., Ibbotson, A. (2013) Impact of Common Kingfisher on a salmon population during the nestling period in southern England. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 410, 03, 1-8

Vilches, A., Miranda, R., Arizaga, J. (2012). Fish prey selection by the Common Kingfisher *Alcedo atthis* in Northern Iberia. *Acta Ornithologica* Vol. 47, No. 2, 169-177

- Vrezec, A.** (2009). Insects in the White Stork *Ciconia ciconia* diet as indicators of its feeding conditions: The first diet study in Slovenia. *Acrocephalus* 30 (140): 25-29
- Whitfield, D., P., Marquiss, M., Reid, R., Grant, J., Tingay, R., Evans, R., J.** (2013). Breeding season diets of sympatric White-tailed Eagles and Golden Eagles in Scotland: no evidence for competitive effects. *Bird Study* 60, 67-76
- Wiersma, P., Piersma, T., van Eerden, M., R.** (1995). Food intake of great crested grebes *Podiceps cristatus* wintering on cold water as a function of various cost factors. *Ardea* 83: 339-350
- Wildermuth, H., Schneider, B.** (2014). Der Eisvogel *Alcedo atthis* als Libellenjäger (Aves: Alcedinidae; Odonata). *Libellula* 33 (3/4), 127-148
- Wille, F., Kampp, K.** (1983). Food of the white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* in Greenland. *Holarctic Ecology* 6: 81-88
- Williams, A., J., Ward, V., L.** (2006). Sacred Ibis and Grey Heron Predation of Cape Cormorant Eggs and Chicks; and a Review of Ciconiiform Birds as Seabird Predators. *Waterbirds* 29(3): 321-327
- Wojczulanis, K., Jakubas, D., Stempniewicz, L.** (2005). Exploitation by the Grey Heron of Fish Regurgitated by Cormorants. *Waterbirds* 28(2): 225-229
- Zijlstra, M., Van Eerden M., R.** (1995). Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax-carbo-sinensis* – Trials with captive birds. *Ardea*, 83(1): 123-131
- Žydelis, R., Kontautas, A.** (2008). Piscivorous birds as top predators and fishery competitors in the lagoon ecosystem. *Hydrobiologia* 611: 45-64