

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



**Vliv věku na reprodukční parametry poláka velkého
(*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya
fuligula*)**

Effect of age on reproduction of Common Pochard (*Aythya ferina*) and Tufted Duck (*Aythya fuligula*)

Diplomová práce

Bc. Tereza Lacinová

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Musil, Ph.D.

PRAHA

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tereza Lacinová

Ochrana přírody

Název práce

Vliv věku na reprodukční parametry poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*)

Název anglicky

Effect of age on reproduction of Common Pochard (*Aythya ferina*) and Tufted Duck (*Aythya fuligula*)

Cíle práce

Věk hnízdících samic je jedním z nejdůležitějších parametrů způsobujících individuální variabilitu hnízdících ptáků a proto výrazně ovlivňující průběh a úspěšnost hnízdění. Přesto jsou dosavadní znalosti o vlivu věku na reprodukci poměrně omezené. Cílem práce je shrnutí literárních poznatků na toto téma se zaměřením na zdroje individuální variability a zhodnocení vlivu věku, potravní nabídky i klimatických podmínek na reprodukci a reprodukční úspěšnost potápivých kachen.

Cílovými druhy jsou polák velký (*Aythya ferina*) a polák chocholačka (*Aythya fuligula*). Součástí práce bude i zhodnocení dat získaných při dlouhodobém výzkumu hnízdících populací obou uvedených druhů na Třeboňsku a v okolních oblastech, do kterého se autorka aktivně zapojí v hnízdní sezóně 2023.

Metodika

Práce bude složena z rešeršní a praktické analytické části. Rešeršní část bude zaměřena na zhodnocení individuální variability hnízdících samic a vlivu věku na reprodukci kachen a proto výrazně ovlivňující průběh a úspěšnost hnízdění.

Analýza dat získaných u poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*), hnízdících na Třeboňsku a v okolních oblastech bude zaměřena na zhodnocení vlivu věku na reprodukci kachen. Základní hypotézou diplomové práce je časnější hnízdění a vyšší reprodukční úspěšnost starších jedinců oproti mladším jedincům. Sledovanými reprodukčními parametry jsou: počátek snášení, velikost snůšky, výskyt hnízdního parazitismu, velikost vajec, počet vylíhnutých mláďat.

Analytická práce bude probíhat ve spolupráci se školitelem a konzultantkou Ing. Dorotou Gajdošovou.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

kachny, hnízdění, reprodukční úspěšnost

Doporučené zdroje informací

- Folliot B., Caizergues A., Barbotin A. & Guillemain M. 2017. Environmental and individual correlates of Common Pochard (*Aythya ferina*) nesting success. *European Journal of Wildlife Research* 63: 1-17.
- Fox A.D., Caizergues A., Banik M.V., Devos K., Dvorak M., Ellermaa M., Folliot B., Green A.J., Grüneberg C., Guillemain M., Håland A., Hornman M., Keller V., Koshelev A.I., Kostushyn V.A., Kozulin A., Ławicki Ł., Luiguijõe L., Müller C., Musil P., Musilová Z., Nilsson L., Mischenko A., Pöysä H., Ščiban M., Sjeničić J., Stipniece A., Švažas S. & Wahl J. 2016. Recent changes in the abundance of Common Pochard *Aythya ferina* breeding in Europe. *Wildfowl* 66: 22–40.
- Gajdošová D., Musil P., Zouhar J., Musilová Z., Neužilová Š. & Pavón-Jordán D. 2023. Long-term increase in female body condition and its effect on reproduction in two European red-listed species, Common Pochard (*Aythya ferina*) and Tufted Duck (*Aythya fuligula*). *Ibis* 162: 1217-1234
- Kear J. 2005: *Bird Families of the World: Ducks, Geese and Swans*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Owen M. & Black J.M. 1990. *Waterfowl Ecology*. Blackie, Glasgow and London.
- Pöysä H., Lammi E., Pöysä S. & Väänänen V.M. 2019. Collapse of a protector species drives secondary endangerment in waterbird communities. *Biological Conservation* 230: 75-81.
- Šťastný, K., & Hudec, K. 2016. *Ptáci-Aves. Fauna ČR, sv. 31*. Academia, Praha.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Petr Musil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2024

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Vliv věku na reprodukční parametry poláka velkého (Aythya ferina) a poláka chocholačky (Aythya fuligula)* vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28.3.2024

.....
Bc. Tereza Lacinová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Petru Musilovi, Ph.D. za vedení, poskytnutí odborné literatury, pomoc při psaní a zároveň i za zkušenosti a pomoc při práci v terénu. Dále děkuji Ing. Dorotě Gajdošové, za pomoc při statistickém zpracování a připomínkám k mé diplomové práci. Dále i všem, kteří se podílejí na sběru dat v terénu, které byli potřeba k vytvoření této práce.

Na závěr patří velké poděkování mé rodině a všem nejbližším, kteří mě podporovali při studiu a věřili ve mně.

Abstrakt:

Individuální variabilita reprodukčních parametrů zahrnuje vnitrodruhové rozdíly v reprodukčním chování a schopnosti produkovat potomstvo. Její poznání je důležité při studiu reprodukční biologie, protože může ovlivnit úspěšnost přežití a reprodukce populace. Věk je jedním z nejdůležitějších parametrů ovlivňujících individuální variabilitu hnízdících ptáků, a proto výrazně určuje průběh a úspěšnost hnízdění. Této problematice ale stále není věnována dostatečná pozornost.

Tato práce se zabývá v rešeršní části individuální variabilitou, a to především vlivem věku, potravní nabídky a klimatickými podmínkami. Dále je věnována pozornost problematice reprodukčních parametrů zkoumaných u ptáků vztažená především na kachnovité (*Anatidae*). V analytické části se práce zaměřuje na dva druhy – poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačku (*Aythya fuligula*). Data použitá ke zpracování této práce pocházejí z let 2004 - 2023 z rybníčních oblastí jižních Čech. Cílem analýzy bylo zhodnocení vlivu věku na jejich reprodukční parametry, včetně reprodukční úspěšnosti. U poláka chocholačky jsme prokázali, že starší samice snášejí v dřívějším termínu, počet vlastních vajec a i celková velikost snůšky je větší oproti mladším samicím. Starší samice měly vyšší počet vylíhlých mláďat. Pro poláka velkého byl získán nevyvážený poměr dat (98 % víceletých a jen 2 % dvouletých samic), který neumožnil potvrzení žádné z hypotéz o vlivu věku samic na reprodukční parametry.

Klíčová slova: kachny, hnízdění, reprodukční úspěšnost

Abstract:

Individual variation in reproductive parameters indicates differences in reproductive behaviour and the ability to produce viable offspring between individuals of the same species. It is important in the study of reproductive biology because it can affect the success of survival and reproduction of population. Age is one of the most important parameters causing individual variation in breeding birds and therefore significantly affecting the reproductive parameters and breeding success. However, only few studies have addressed this issue.

The present study deals with individual variability in the research part, mainly due to age, food supply and climatic conditions. This is followed by a discussion of the reproductive parameters studied in birds, mainly related to duckbills (*Anatidae*). In the analytical part, the study focuses on two species, the Common Pochard (*Aythya ferina*) and the Tufted Duck (*Aythya fuligula*). The data used for this analyses were sampled in fishpond regions in South Bohemia in 2004 - 2023. Age in nesting females was the main variable examined on their reproductive success. In Tufted Duck, older females lay at an earlier date, the number of their own eggs and also the overall clutch size is larger compared to younger females. Moreover, older females also produce more hatchlings. Nevertheless, an unbalanced proportion of data were obtained in Common Pochards, where we recorded only 2 % of 2-year old females, instead 98 % of older females. Therefore also did not confirm any of the hypotheses that would indicate an effect on female age in Common Pochard.

Keywords: ducks, nesting, reproductive success

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	2
3. Individuální variabilita.....	3
3.1. Vliv věku na reprodukci.....	3
3.2. Vliv potravní nabídky	4
3.3. Vliv počasí - klimatické podmínky	5
3.3.1. Vodní režim (srážky)	6
3.3.2. Ovlivnění jarní migrace (na hnízdiště).....	6
3.3.3. Migrace na zimoviště (podzimní migrace)	8
4. Reprodukční parametry.....	9
4.1. Přílet	9
4.2. Počátek snášení	9
4.3. Velikost snůšky (počet vajec).....	10
4.4. Hnízdní parasitismus.....	11
4.5. Velikost vajec	12
4.6. Počet vylíhlých mlád'at	13
4.7. Počet mlád'ata v rodince (velikost rodinky).....	14
4.8. Přežívání mlád'at	14
5. Capital vs. Income breeder	16
6. Metodika	17
6.1. Popis studované lokality	17
6.2. Studované druhy	18
6.2.1. Polák velký (<i>Aythya ferina</i>).....	18
6.2.2. Polák chocholačka (<i>Aythya fuligula</i>).....	19
6.3. Sběr dat.....	21
6.3.1. Odchyt samic a vyhledávání hnízd	21

6.4.	Sledované reprodukční parametry.....	22
6.5.	Statistické zpracování dat.....	23
7.	Výsledky.....	24
7.1.	Počet sledovaných samic.....	24
7.2.	Vliv věku na reprodukční úspěšnost.....	24
7.3.	Vliv věku na reprodukční parametry.....	25
7.3.1.	Polák velký (<i>Aythya ferina</i>).....	25
7.3.2.	Polák chocholačka (<i>Aythya fuligula</i>).....	26
8.	Diskuze.....	31
9.	Závěr.....	34
10.	Zdroje.....	35

1. Úvod

Živočichové a jejich životní strategie jsou ovlivňováni komplexem abiotických a biotických faktorů, které se navzájem prolínají. Biologické procesy mají za cíl najít rovnováhu ve využívání potřebných zdrojů a maximalizovat schopnost přežití včetně jejich fitness. Často zde nacházíme teorii trade-off mezi dvěma znaky životní historie, které spolu korelují, a to buď pozitivně nebo negativně (Kennamer et al. 2016).

Ptáci mají rozmanité způsoby, kterými si rozvrhují čas a energii na reprodukci, aby jejich fitness bylo co nejvyšší. (Blums et al. 2002; Podhrazský et al. 2017). Načasování hnízdění u ptáků je jednou z důležitých vlastností, která dále ovlivňuje jejich reprodukční úspěšnost. Faktory, které tento proces ovlivňují, jsou například změny prostředí (teplota, srážkový režim, povětrnostní podmínky). Dlouhodobě měnící se klimatické podmínky způsobují u organismů změny v podobě posunu jejich areálu a distribuci. Ptáci jsou pro svou atraktivitu často a velmi dobře zkoumání a dlouhodobé údaje z těchto výzkumů napomáhají v porozumění změny klimatu a vlivu na jejich životní strategie (Najmanová et Adamík 2007).

Pro samice je hnízdění velice energeticky náročné období, proto dostupnost potravní nabídky a tukové zásoby, hrají klíčovou roli při tvorbě snůšky (počet a velikost vajec). Reprodukce je pro většinu organismů nákladná událost a kompromis mezi přežitím a krátkodobým reprodukčním úspěchem jedinců je jedním z nejdiskutovanějších témat v teorii životní historie (Guillemain et al. 2007). Do faktorů, které mohou ovlivnit úspěšné vyvedení mláďat může spadat i genetická predispozice samice či hnízdní úspěch v minulých letech, ale i návrat do stejného hnízdního okresku.

Individuální značení u kachen napomáhá k jejich identifikaci a sledování konkrétních parametrů, které mohou přispět ke studiu reprodukční úspěšnosti. V ČR probíhá značení poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*) již od roku 1998 (Musil et al. 2010). Tato práce může napomoci v odhalení vlivů, které působí na reprodukční parametry u dvou druhů potápivých kachen. Hlavním zjištěním bude, zda vliv věku samice hraje roli v reprodukčním úspěchu.

2. Cíle práce

Cíl diplomové práce je popsat faktory, které ovlivňují individuální variabilitu reprodukčních parametrů kachen. Literární část se zabývá faktory individuální variability a vlivu věku, potravní nabídky a klimatických podmínek na reprodukci a reprodukční úspěšnosti. Analytická část je zaměřena na zástupce potápivých kachen: poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*).

Základní otázkou této práce je, zda starší jedinci časněji hnízdí a mají vyšší reprodukční úspěšnost oproti mladším jedincům. Mezi sledované a hodnocené reprodukční parametry patřily: datum snesení snůšky, celkový počet vajec, počet vlastních vajec, počet parazitických vajec, velikost vajec, počet vylíhnutých mláďat, podíl vylíhnutých mláďat a počet voděných mláďat.

3. Individuální variabilita

Načasování hnízdění je jeden z důležitých parametrů hnízdění, který ovlivňuje reprodukční úspěšnost u ptáků. Jedinci, kteří zahrnou dříve, mohou mít větší snůšku a více přežívajících mláďat než jedinci hnízdící později. Reakce na změnu klimatu se může u jednotlivých druhů lišit z mnoha důvodů. Jednak ji mohou způsobovat lokální klimatické změny, nabídka i dostupnost potravy a potravní nároky jednotlivých druhů. Význam má i tělesná velikost samice a s ní spojené termoregulační náklady nebo životní strategie daného druhu (Dunn 2004).

3.1. Vliv věku na reprodukci

U většiny živočichů se reprodukční úspěšnost zvyšuje s věkem a nasbíranými zkušenostmi, ale naopak individuální plodnost může se stářím jedince klesat. Stáří samice, ovlivňuje načasování hnízdění i celkovou hnízdní úspěšnost. S rostoucím věkem roste i zkušenost a je velmi těžké oddělit vliv věku od reprodukční zkušenosti. Mladí ptáci, pravděpodobně kvůli nedostatku zkušeností a informací o prostředí, hnízdí později a mají menší snůšky než starší ptáci. S rostoucí populací se zároveň zvyšuje i míra vnitrodruhové konkurence (Owen et Black 1990; Blums et Clark 2004). Rozdíly v reprodukční výkonnosti v závislosti na věku byly zaznamenány u většiny druhů ptáků. Obecně můžeme říci, že mladší jedinci začínají snášet vejce později než ti starší a jejich vejce jsou i menší. I když studie jednoznačně neprokázaly, zda tyto rozdíly jsou důsledkem selekčních nebo individuálních strategií, tak v poslední době je individuální reprodukční výkonnost stále častěji předmětem výzkumu (Milonoff et al. 1998; Milonoff et al. 2002; González-Solís et al. 2004).

Ukazuje se, že jak plasticita načasování snášení vajec, tak roční úspěšnost reprodukce se liší s věkem, mladé a staré samice jsou méně plastické a vyvedou méně potomků než samice středního věku. Například u husy sněžní (*Anser caerulescens*) se zjistilo, že do pěti let se velikost snůšky zvyšuje a poté je stabilní alespoň do věku devíti let (Owen et Black 1990). Studie z Finska u hohola severního (*Bucephala clangula*) ukázala, že mladé samice v prvním roce kladly menší snůšky než ty starší a hnízdily později. U samic hohola severního v prvním roce rozmnožování je věk a reprodukční zkušenost důležitým faktorem ovlivňující velikost snůšky (Milonoff et al. 1998). Úspěšněji hnízdily samice, které se dožívaly většího věku než ty neúspěšné. Lepší fitness (celoživotní produkce mláďat) dosahovaly dlouhověké

samice (Milonoff et al. 2002). Ani v jedné ze studií se však nepotvrdila teorie, že s postupem věku narůstá a pozdějším klesá velikost snůšky, i když tam byly náznaky, ne však prokazatelné.

3.2. Vliv potravní nabídky

Dostupnost potravy je tedy dalším z hlavních faktorů, který formuje načasování rozmnožování u ptáků. Obecně bylo již v minulosti zjištěno, že období rozmnožování ptáků je synchronizováno se sezonními maximy v jejich potravní nabídce. Při lepších potravních podmínkách dochází k časnějšímu snášení i ke tvorbě větších snůšek (Daan et al. 1989). Samci, kteří jsou starší nebo mají lepší fyzickou kondici, mají vyšší šanci získat a udržet si samici a pářit se dříve než mladší samci nebo samci ve špatné kondici (Brodsky et Weatherhead 1985). Lepší kondice samice umožňuje dříve zahrnout, z čehož usuzujeme, že se její reprodukční vlastnosti budou zlepšovat a celkově bude úspěšnější. Samice v horším fyzickém stavu, zejména u druhů hnízdících v oblastech severní polokoule, kde se s postupující sezónou zvyšuje teplota, mohou odložit hnízdění a využít pozdějších příznivějších teplot, které usnadní inkubaci snůšky a sníží energetické nároky. Samozřejmě, že na konečné načasování hnízdění jednotlivé samice má kromě její kondice vliv i mnoho dalších faktorů (Reynolds 1972; Scott et Birkhead 1983).

Jedním z faktorů, kterým ptáci přizpůsobují načasování data snášení, počet vajec a délku inkubace, je zajištění maximální dostupnosti potravy v době líhnutí a prvních dní života mláďat. Samice se snaží načasovat své kladení snůšky tak, aby k vylíhnutí mláďat docházelo blízko vrcholu dostupnosti potravy, kdy jsou energetické nároky největší. Některé druhy naopak potřebují dostatek potravních zdrojů v průběhu snášení vajec. Pokud se například změní povětrnostní podmínky a vrchol dostupnosti potravní nabídky se posune dříve, může být pro samice výhodné upravit datum snášení, aby se zachovala synchronizace s vrcholem výskytu optimální potravy pro mláďata, a aniž by došlo k jakýmkoli změnám ve velikosti snůšky nebo délce inkubace (Dunn 2004).

Ve studii populací vodního ptactva ze Severní Ameriky se ukázalo, že velikost počáteční snůšky a začátek hnízdění se odvíjel od tělesné hmotnosti a množství endogenních lipidů, které si každá samice nashromáždí před nebo na začátku hnízdění. Samice, které měly velké zásoby již před začátkem hnízdění, dokázaly dostatečné

množství energie ze zásob tuků využít, aby dříve zahájily rychlý růst folikulů a kladly početnější snůšky než ty s menšími zásobami (Krapu et al. 2004). U poláka velkého i poláka chocholačky měla hmotnost samice rozhodující vliv na objem snesených vajec. Těžší samice s více energetickými zdroji mohly více investovat do vajec a snášet oproti lehčím samicím větší vejce (Guillemain et al. 2010; Bažant 2011; Gajdošová et al. 2023). Pozitivní korelace mezi váhou samice a jejich vajec byla prokázána i ve studii Figuerola a Green (2006), kteří srovnávali 151 druhů vrubozobých ptáků.

3.3. Vliv počasí - klimatické podmínky

Klimatické změny mají vliv na biologické jevy v přírodě. Dlouhodobý charakter klimatu i sezónní stav a chod počasí hrají významnou roli v rozmanitosti a početnosti nejen ptačích populací. Oteplování klimatu má potenciální vliv na životní procesy mnoha skupin organismů, včetně ptáků (Murphy-Klassen et al. 2005; Najmanová et Adamík 2007). Klimatické a povětrnostní podmínky působí na životní cyklus ptáků komplexem přímých i nepřímých vlivů. Existuje řada důvodů, proč ptáci mají zásadní úlohu při monitorování těchto změn. Dlouhodobá data o rozšiřování, migraci a rozmnožování jsou klíčová pro zhodnocení dopadů měnícího se klimatu na organismy (Tryjanowski et al. 2002; Lyon et al. 2008), např. na jejich fenologii a průběh hnízdění. Bylo prokázáno, že zvyšující se teploty ovlivňují migrační chování a rozmnožování u ptáků, například uspíšením jarní migrace a dřívějším hnízděním, což má následně vliv i na úspěšnost reprodukce (Lehikoinen et Jaatinen 2012).

V posledních dvou desetiletích se potenciální důsledky globálního oteplování pro populace živočichů ukázaly jako jedny z nejvíce vnímaných hrozeb pro biologickou rozmanitost. Mění se počasí nemusí v budoucnu postihnout celou zeměkouli stejnou silou. Avšak očekáváme, že změny v Evropě budou intenzivní, obzvláště v arktických a boreálních oblastech. Tato predikce zahrnuje nejen nárůst průměrné teploty, ale také snížení drsných zimních podmínek a dřívější nástup jara. Toto může mít za následek posun optimální oblasti k zimování ptáků směrem na sever (Guillemain et al. 2013; Lehikoinen et al. 2013; Pavón-Jordán et al. 2015, 2019; Podhrázský et al. 2017). Studie dokazují, že v posledních letech vodní ptactvo posouvá svá zimoviště na severovýchod svých areálů rozšíření. U poláka chocholačky, hohola severního a morčáka velkého se tato hypotéza potvrdila. Vykazují posuny svého

přezimování směrem na severovýchodní okraj a jejich počet zde narůstá. Část populace může tímto posunem reagovat na nové možnosti v dostupnosti potravy v důsledku změny teploty (Lehikoinen et al. 2013).

Prokazatelný vliv na načasování hnízdění nejen u kachen mají teploty v hnízdní době. Mnoho studií ukázalo, že většina ptáků severního mírného pásma začíná snášet vejce v sezóně dříve, pokud jsou na jaře vyšší teploty. Rostoucí teplota může ovlivnit hnízdění mnoha mechanismy, mezi ně patří i přímý efekt na energetické požadavky samice, které nadále ovlivní načasování jejího snášení. Lze očekávat, že s vyšší teplotou bude i produkce mláďat stoupat, jelikož dřívější snůška je často spojována s větším počtem vajec a následně s vyšším počtem mláďat. Teplota by mohla mít i zásadní vliv na růst gonád, což by načasování hnízdění také nepřímo ovlivnilo. V neposlední řadě ovlivňuje dostupnost a množství ptačí potravy, hlavně hmyzu. Potravní generalisté mají v porovnání se specialisty výhodu, neboť jejich rozmanitá potrava zajišťuje dostatek vhodné obživy v průběhu hnízdní doby (Dunn 2006).

3.3.1. Vodní režim (srážky)

Dostatečné množství srážek i výška vodního sloupce má zřejmě největší vliv pro načasování hnízdění vodních ptáků, například kachen. Množství srážek a s nimi související počet dostupných vodních ploch pro hnízdění je u kachen (vrubozobí) velmi důležité. Výška vodní hladiny ovlivňuje i potravní nabídku pro sedící samice a následně vylíhlá mláďata, která se živí samostatně od okamžiku vylíhnutí a spotřeby veškerých žloutkových zásob z vejce (Dunn 2006). V období s vyšší vlhkostí mohou hnízdící kachny mít i lepší přírodní ochranu před predátory, protože rostliny pokryv je jsou hojnější a hustší a zajišťuje lepší úkryt pro hnízda. V takové situaci se predátoři mohou více zaměřit na jinou kořist, než jsou kachní vejce, což snižuje míru predace hnízd. Avšak s větší početností kachen při příznivějších srážkových podmínkách roste potravní konkurence (Drever et al. 2004).

3.3.2. Ovlivnění jarní migrace (na hnízdiště)

Jarní migrace jsou považovány u ptáků za klíčové období pro následný reprodukční úspěch. V důsledku změny klimatu dochází ke změně načasování příletů migrantů na hnízdiště. Vhodným podkladem pro studie této problematiky jsou dlouhodobé

záznamy jarních příletů ptactva (Tryjanowski et al. 2002; Arzel et al. 2006; Podhrázký et al. 2017).

Migrace je velmi energicky náročnou činností a zároveň i důležitou součástí života všech stěhovavých druhů kachnovitých Anatidae. Zásoby tuku a jejich zisk před a během náročného přesunu určují, schopnost vykonání migrace. Jarní migrace ale probíhá u většiny druhů v období, kdy je energeticky bohatá potrava vzácná neboli ještě nedosáhla maxima svého výskytu (Arzel et al. 2006).

Změny klimatu ovlivňují načasování jarní migrace ptáků na krátké vzdálenosti z jejich zimoviště. Teploty na zimovišti jsou úzce spojeny s těmi na místě hnízdění. Nejčastěji zaznamenaným důsledkem změny klimatu u ptáků je právě posun na dřívější termín příletu na hnízdiště. To může být způsobeno mírnějšími zimními podmínkami, které snižují problémy s termoregulací a zajišťují dostatek potravy, což vede k dřívějšímu nashromáždění energie a odletu ze zimoviště. Na severní polokouli způsobilo oteplování jara a snižující se sněhová pokrývka během zimy pokročilé načasování příletu vodních ptáků na hnízdicí lokality. Zdá se, že i některé druhy vrubozobých skutečně změnilo načasování své jarního migrace v reakci na globální oteplování. Populace husy velké postupem času změnila své migrační chování a na základě dlouhodobých dat (Podhrázký et al. 2017) byl zjištěn dřívější termín jarní migrace, což může být nepřímo spojeno s posunem areálu zimování v důsledku oteplování (Guillemain et al. 2013; Podhrázký et al. 2017).

Studie z Polska zkoumala jarní přílety u 16 druhů ptáků, kdy 14 z nich dorazilo na hnízdiště nejčasněji za posledních 80 let. Migranti na kratší vzdálenosti (zimující v Evropě a severní Africe) se vraceli na svá hnízdiště dříve než druhy migrující na dlouhé vzdálenosti. Místními povětrnostními podmínkami je určováno načasování migrace u druhů s kratšími vzdálenostmi, které na ně dokáží lépe a rychleji reagovat a přizpůsobit se změnám (Tryjanowski et al. 2002).

Migranti na krátké vzdálenosti v druhé polovině dvacátého století přelétali na hnízdiště daleko dříve (průměrně o 13 dní) oproti migrantům na dlouhé vzdálenosti (průměrně o 4 dny) - viz Butler 2003. Dálkoví migranti mají menší schopnost posoudit, jaké jsou podmínky na hnízdišti, proto na teplejší podmínky reagují pomaleji nebo vůbec. Nakonec se může stát, že migranti na krátké vzdálenosti budou zkracovat své cesty nebo budou trávit zimu přímo na svých hnízdištích (Butler 2003).

3.3.3. Migrace na zimoviště (podzimní migrace)

Načasování podzimní migrace se řídí především třemi faktory, kterými jsou: konec reprodukčního období, dále podmínky na hnízdišti po rozmnožovací sezóně a předpokládaná situace v průběhu migrace a na zimovišti. Změny klimatu mohou právě tyto faktory ovlivnit a mít za následek zpoždění nebo naopak brzký odlet na zimoviště (Jenni et Kéry 2003).

Migranti, kteří cestují na krátké vzdálenosti, obecně odkládali svoji podzimní migraci. Existuje několik výhod spojených se zpožděním podzimní migrace. Migranti, kteří se přemísťují na kratší vzdálenosti, mohou zvýšit svou šanci přežití, jelikož migrační cesta je plná rizik. Ke zkrácení migrační vzdálenosti dochází díky globálnímu oteplování a vhodnějším podmínkám na lokalitách nacházejících se blíže ke hnízdišti. Dřívější jarní přilet umožní obsazení lepšího hnízdiště. Zároveň také může dojít i k prodloužení období pro rozmnožování a zvýšit mimo jiné i šanci náhradní snůšku v případě neúspěšného prvního hnízdního pokusu (Jenni et Kéry 2003).

U vodních ptáků dochází i k odložení podzimní migrace, což umožňuje prodloužení období rozmnožování. Migranti na krátké vzdálenosti mohou být ovlivněni krátkou migrační vzdáleností, což znamená, že druhy migrující na nejkratší vzdálenosti mohou zpozdit svou migraci, dokud skutečně nastanou nepříznivé povětrnostní podmínky. U vybraných vodních ptáků hnízdících na severu Evropy bylo také pozorováno opoždění podzimního přiletu na zimoviště. Nejvýraznější posun byl zaznamenán u poláka chocholačky (*Aythya fuligula*), jenž svůj odlet z hnízdiště za posledních 31 let opozdil více než o měsíc (Lehikoinen et Jaatinen 2012).

4. Reprodukční parametry

Reprodukce je jednou z klíčových proměnných životní historie organismů. Načasování hnízdění má vliv na počet vajec ve snůšce, velikost a přežívání mláďat v prvním roce života i v následujícím období. (Kennamer et al. 2016).

4.1. Přílet

Migrační aktivita ptáků a časy příletu na místa rozmnožování jsou silně ovlivněny teplotou a povětrnostními podmínkami. Bylo zjištěno, že globální oteplování způsobuje mnoho změn v ekologii a chování ptáků, včetně doby příletu na hnízdě. Existují důkazy, že úspěšnost reprodukce může ovlivnit pravděpodobnost návratu do hnízdní oblasti v příštím roce, což platí obecně u ptáků a zvláště u kachen (Tryjanowski et al. 2002). Mnoho druhů je výrazně ovlivněno změnou (oteplováním) klimatu, což se projevuje dřívějším příchodem jara a následně i dřívějším příletem těchto druhů (Murphy-Klassen et al. 2005). Díky mírnějším zimám, které umožňují ptákům zimovat blíže ke hnízdišti, mohou jedinci přilétat na hnízdě ve dřívějším termínu. Dřívější přílet na hnízdě, umožňuje i lepší výběr vhodného stanoviště pro hnízdění a následnou reprodukci (Podhrázký et al. 2017). Na hnízdě přilétají kachny (*Anatidae*) převážně společně a páry si tvoří ve většině případů již na zimovišti. Po příletu si páry obsazují své hnízdní okresky (Šťastný et Hudec 2016).

4.2. Počátek snášení

Harmonogram kladení vajec u ptáků v mírném pásmu je ovlivněn mnoha vzájemně se propojenými. Začátek procesu je určen délkou dne (fotoperiodou), která může být doplněna dalšími podněty, jako je dostupnost potravy, teplota nebo fenologie ostatních organismů (Lyon et al. 2008). Většina výzkumů zaměřených na studii reakce ptáků na změnu klimatu se soustředila na sledování dlouhodobých trendů zahájení snášení vajec, obzvláště u druhů v Evropě. U některých bylo zjištěno, že dřívější začátek snůšky vajec je spojen s vyššími jarními teplotami nebo mírnějšími zimami (Tryjanowski et al. 2002). Obecně platí, že mladší jedinci začínají klást vejce později než starší jedinci a snášejí menší vejce oproti starším samicím. Důvody pozdějšího hnízdění mohou být například zánik původní snůšky a tvorba nové, stáří a rozmnožovací zkušenost samice, nebo také nepříznivé počasí na začátku období, které samici přiměje odložit hnízdění.

V podmínkách České republiky nebyl prokázán vliv začátku snášení na objem vajec u poláka velkého a poláka chocholačku (Bažant 2011). Ale u poláka velkého v dlouhodobé studii z jižních Čech bylo zjištěno opoždění snůšky (o 4,25 dne - Gajdošová et al. 2023). U studie rybáků obecných se ale projevilo, že samice snášející trívaječné snůšky kladly vejce daleko dříve než samice s jedním nebo dvěma kusy. Výsledky naznačují, že samice s pozdějším datem snášky mohou být nutričně omezeny (González-Solís et al. 2004).

4.3. Velikost snůšky (počet vajec)

Počet vajec je důležitým reprodukčním parametrem souvisejícím se zdatností jedince, reprodukční strategií. Obecně lze přepokládat, že jedinci budou snášet takový počet vajec, který maximalizuje jejich fitness. Velikosti snůšky je ale ovlivněna i množstvím zdrojů, které má samice k dispozici (Daan et al. 1989; Figuerola et Green 2006).

U ptáků obecně velikost snůšky během sezóny klesá. Pokles ve velikosti snůšky byl u vodních ptáků vysvětlován nejčastěji tím, že později hnízdící samice vyčerpají před hnízděním své tukové rezervy potřebné pro produkci vajec (Johnsgard 1973). Výsledky studie v Severní a Jižní Dakotě dokazují pokles velikosti snůšky čírky modrokřídlé a lžičáka pestrého v průběhu hnízdní sezóny. Snášející samice vyhledávají téměř výhradně živočišnou potravu bohatou na bílkoviny, kdy makrobezobratlí tvořili 99 % potravy samic čírek modrokřídlých a lžičáků pestrých snášejících vejce. Postupem hnízdní sezony se jejich příjem lipidů snižuje. U všech pěti studovaných druhů kachen (*Anas platyrhynchos*, *A. acuta*, *A. strepera*, *A. discors* a *A. clypeata*) se navzdory jejich různorodé životní strategii potvrdilo, že na začátku hnízdní sezóny kladly velké snůšky a s postupem sezony se zmenšovaly (Krapu et al. 2004).

U kopřivky obecné (*Anas strepera*) a kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) bylo prokázáno, že i vodní podmínky mají vliv na velikost snůšky. U kopřivky obecné velikost snůšky a počet mláďat narůstal se zvyšující se početností jezer s vhodnými podmínkami. U kachny divoké nebyl prokázán žádný významný vliv. Rozdíl mezi druhy může být způsoben tím, že kachna divoká si před příletem na hnízdiště akumuluje tukové rezervy k produkci raných snůšek, zatímco kopřivka své zásoby shromažďuje až na místě. To znamená, že snůšky kopřivky jsou více ovlivněny místními zdroji potravy a vodními podmínkami na hnízdišti (Pietz et al. 2000).

V jižních Čechách se v dlouholeté studii (za 17 let) u poláka chocholačky zjistil dlouhodobý nárůst ve velikosti snůšky (Gajdošová et al. 2023).

4.4. Hnízdní parazitismus

Hnízdní parazitismus je alternativní způsob reprodukce rozšířený u mnoha skupin ptáků. Spočívá v kladení vajec parazitické samice do cizího (hostitelského) hnízda, přičemž původní samice se dále nepodílí na inkubaci ani další rodičovské péči. Hnízdní parazitismus můžeme dělit do různých kategorií. Jedna z možností je rozlišení na obligátní a fakultativní parazity. Kachny řadíme mezi fakultativní, což znamená, že mají i své vlastní hnízdo a do cizích kladou pouze část vajec. Naopak obligátně parazitické druhy výhradně jen parazitují (Yom-Tov et Geffen 2006). Dále můžeme rozlišovat vnitrodruhový (VHP) a mezidruhový (MHP) hnízdní parazitismus. Vnitrodruhový nastává, pokud jsou parazit i hostitel stejného druhu. V mezidruhovém se naopak druh parazita a hostitele liší. Tento druh chování se nevyskytuje pouze u ptáků, avšak u nich nalezneme častěji vnitrodruhový hnízdní parazitismus než parazitismus mezidruhový. Vnitrodruhový hnízdní parazitismus, který se vyskytuje u prekociálních druhů ptáků, včetně vrubozobých, byl zjištěn jako běžná reprodukční strategie, na rozdíl od mezidruhového hnízdního parazitismu, který využívá jen přibližně 1% ptáků. Parazitující samice tím tak zvyšuje svoje šance na přežití potomstva, kdyby její pokus o hnízdění nebyl úspěšný (Yom-Tov 2001; Neužilová et Musil 2009; Klvaňa 2023).

U poláka velkého je vnitrodruhový parazitismus celkem běžnou reprodukční strategií, která byla prokázána v českých populacích s vysokou frekvencí. U samic poláka velkého byl pozorován i mezidruhový hnízdní parazitismus. V hnízdech tohoto druhu byla nalezena vejce rzohlávky rudozobé (*Netta rufina*), poláka chocholačky (*Aythya fuligula*) či kopřivky obecné (*Anas strepera*) a zároveň hnízda těchto druhů také samice poláků velkých parazitovaly. I u jiných druhů rodu *Aythya* jako je například polák americký (*Aythya americana*) nebo polák chocholačka nalezneme hnízdní parazitismus (Petržílková 2011; Petržílková et al. 2013). U poláka velkého bylo taktéž zjištěno, že samice parazitovaly u jiných samic. Tato strategie byla spíše zaměřena na zvýšení fitness, jelikož většina z nich si vedla i svoji vlastní snůšku a úspěšně ji inkubovala. V pozorovaném vzorku bylo identifikováno 39% vajec (98 z 252 analyzovaných) jako parazitických. Parazitováno bylo celkem 89 % všech

analyzovaných hnízd (25 z 28, Šťovíček 2010). Podobný výsledek byl zjištěn v jiných studiích z jižních Čech (Neužilová et Musil 2009; Bažant 2011; Musil et al. 2017), kdy například v hnízdech poláka velkého byla parazitována zhruba jedna třetina hnízd (54 ze 161) a u poláka chocholačky to byla necelá polovina (63 hnízd, Bažant 2011), z čehož vyplývá, že tento jev je u uvedených druhů celkem častý (Neužilová et Musil 2009; Bažant 2011; Musil et al. 2017).

4.5. Velikost vajec

Velikost vejce většinou bývá určována výpočtem pomocí hmotnosti (Rohwer 1988) nebo objemu, často jsou také uváděny rozměry, jako je šířka a délka vejce, nebo hmotnosti jednotlivých částí, jako jsou žloutek, bílek nebo skořápka. Vaječné rozměry mohou být určována jak fyziologickými vlastnostmi samice, jako například množství proteinů přítomných v těle a jejich proporční vztah při tvorbě vaječných folikulů, tak i anatomickými vlastnostmi jako je velikost vejcovodu. Z výsledků publikovaných studií vyplývá, že velikost vejce často pozitivně koreluje s hmotností mláděte (Dawson et Clark 1996; Pelayo et Clark 2002), délkou inkubační periody, velikostí mláděte v prvním týdnu po vylíhnutí a s velikostí vejce roste i pravděpodobnost přežívání a následná fitness mláďat (Blums et al. 2002; Hořák et al. 2007). Velikost vejce představuje značné množství variability v rámci ptačích populací, ale málo se liší u jednotlivých jedinců (Christians 2002). Velikost vejce je dobrým znakem ke zkoumání rodičovských investic především u prekociálních druhů ptáků, kde je péče o vylíhlá mláďata minimalizována na rozdíl od altriciálních druhů, které o ně musí pečovat a případnou nižší hmotnost mohou kompenzovat později intenzivním dokrmováním mláďat (Bažant 2011).

Náklady na snášku zahrnují nejen energii uloženou ve vejci, ale také energetické výdaje spojené se získáním potřebných zdrojů, produkcí a inkubací vajec a dodatečnými náklady na výživu kuřat během jejich odchovu. Výsledky studie Figuerola et Green (2006) naznačují, že nedostatek zdrojů má přímý dopad na hmotnost vajec u vodních ptáků, a tím vytváří kompromis mezi snůškou a velikostí vajec. Tyto výsledky jsou v souladu s prokázanými korelacemi mezi velikostí snůšky a hmotností kachňat, které byly prokázány na vnitrodruhové úrovni u kachen, kdy se velikost vajec ukazuje jako dobrý indikátor budoucího růstu a přežití kuřat. Obecně

u ptáků obecně, včetně vrubozobých, byla pozorována pozitivní korelace mezi velikostí vajec a délkou inkubace (Figuerola et Green 2006).

Nárůst velikosti vajec s rostoucím věkem zjištěný u mladých rybáků obecných může souviset s procesem dospívání nebo se zlepšující se schopností získávat potřebné živiny pro vajíčka, které podporují jejich velikost (González-Solís et al. 2004). Velikost vajec je ovlivněna i velikostí dospělého jedince, a to ať už samicí nebo samcem a má následně důležitý vliv na vývoj mláďat, jejich přežití a velikost v dospělosti (Figuerola et Green 2006). Z výsledků pozorování v jižních Čechách se potvrdila teorie, že na velikosti vejce u poláka velkého a chocholačky má zásadní vliv hmotnost samice. U obou druhů samice s větší tělesnou hmotností snášely větší vejce (Gajdošová et al. 2023). Samice s více energetickými zdroji mohly investovat lépe do své snůšky, a proto lehčí samice měly menší vejce a snášely jich menší počet. Byl zde potvrzen i trend, kdy objem vajec v průběhu snůšky klesá. Samice také na začátku snůšky investují do vajec více než ke konci. Tato zjištění byla prokázána u poláka velkého, ale nikoliv u poláka chocholačky (Bažant 2011; Gajdošová et al. 2023).

4.6. Počet vylíhlých mláďat

U prekociálních ptáků, zvláště u vodního ptactva (vrubozobí), začíná inkubace až po dokončení snášení vajec. Proto se vejce v hnízdě líhnou s vysokou mírou synchronizace, ale i z důvodu společného opuštění hnízda mláďaty (Owen et Black 1990; Loos et Rohwer 2004). Loos et Rohwer 2004, studovali u 126 samic pěti druhů kachen, zda inkubace nastává až po dokončení snůšky. U všech se příchod a odchod samice na hnízdo s postupem snášení navyšovala. U čírky modrokřídlé a lžičáka pestrého, kteří snášeli méně početné snůšky, se návštěvnost hnízd (příchod a odchod samice na hnízdo) zvyšovala rychleji než u samic s velkými snůškami. Návštěvnost hnízd samicí u žádného druhu nebyla ovlivněna teplotou vzduchu ani množstvím srážek. Čas, který samice trávili na hnízdě, se s postupnou fází snůšky prodlužoval.

Naopak autoři studie Wang et Beissinger (2009) došli v pozorování k výsledku, že faktory prostředí ovlivnily zahájení inkubace. Vliv větru (rychlost větru) nebo srážek oddálil nástup inkubace. Pořadí kladení vajec nijak výrazně neovlivnilo úspěšnost líhnutí. Pořadí kladení, velikost snůšky a datum zahájení snůšky také nebyly zahrnuty do konečného modelu pro úspěšnost líhnutí. Nepříznivé podmínky počasí

avšak negativně ovlivňují začátek inkubace a čím měli jedinci větší snůšky, tím začínali inkubovat dříve (Wang et Beissinger 2009).

Datum líhnutí může souviset s mírou přežití mlád'at. Čím se vylíhnou dříve v sezoně, budou mít více času na sběr potravy a zlepšení tělesné kondice před migrací (Pöysä et Paasivaara 2006). Mlád'ata, která se líhnou později v sezoně, pocházejí nejspíše z malých snůšek nebo samice neměla potřebné zásoby, aby mohla hnízdit v optimálním termínu. U hohola severního ze studií prováděných ve Finsku můžeme vyčíst, že datum líhnutí bylo ovlivněno tělesnými zásobami samice. Pozdější data líhnutí měla za následek i sníženou produkci mlád'at a i individuální zdatnost samice (Milonoff et al. 1998; Milonoff et al. 2004).

4.7. Počet mlád'ata v rodince (velikost rodinky)

U vodního ptactva se vliv přežití mlád'at neodvíjí od jejich velikosti. Avšak riziko predace či rodičovská opatrnost s počtem mlád'at rostla (Forsslund 1993; Figuerola et Green 2006). Studie bernešky bělolící (*Branta leucopsis*) ukazuje, že s počtem mlád'at v rodince rodičovská péče rostla. Čím jsou mlád'ata větší, tím rodiče jsou obezřetnější a dávají větší pozor. Může to být způsobeno například větším rizikem predace u velkých mlád'at. (Forsslund 1993).

4.8. Přežívání mlád'at

Přežívání mlád'at ovlivňuje mnoha faktorů, od vlastností samice (tělesná kondice a zkušenost) před investicí do reprodukce (velikost a počet vajec) přes podmínky prostředí (nabídka a dostupnost potravy, povětrnostní podmínky, úkrytové možnosti) až po predací tlak. V prvních dnech života je mortalita mlád'at nejvyšší. Období s vysokou úmrtností trvá jeden, až dva týdny poté začíná klesat v závislosti na vývoji, velikosti a zkušenostech mlád'at, zhruba po 30 dnech poté dochází ke stabilizaci (Owen et Black 1990; Pöysä et Paasivaara 2006; Traylor et Alisauskas 2006).

Vrubozobí ptáci (tedy i kachny) mají nidifugní mlád'ata, po vylíhnutí jsou opeřená, umí plavat a potápět se. Hnízdo opouštějí velmi brzy, a jsou zcela závislá na dostupných potravních zdrojích (zejména vodních bezobratlých), které mají zásadní vliv na přežití kachňat (Pöysä et Paasivaara 2006; Guillemain et al. 2013). Oproti dospělým jedincům mají mlád'ata nevýhodu v přesunu za potravou. Mohou se pohybovat pouze po vodě nebo souši, jelikož ještě nedokáží v prvních týdnech života

létat. Přesun mezi jednotlivými lokalitami tak přináší větší riziko mortality pro mláďata. Sezónní vodní plochy jsou obvykle nejhojnější na jaře a na začátku léta. Riziko mortality kachňat klesá se zvyšujícím se procentem sezónních lokalit obsahujících vodu (Krapu et al. 2004). Samice zůstává s mláďaty do jejich vzletnosti, to znamená, než budou mláďata opeřena a budou moci létat, zhruba do stáří 5-10 týdnů, ale rodinku může opustit i dříve (Owen et Black 1990; Pöysä et Paasivaara 2006).

Obecně platí, že vejce vodních ptáků jsou v poměru k jejich tělesným rozměrům velká (Owen et Black 1990). U většiny ptačích druhů se potvrdilo, čím větší je vejce, tím se líhne větší nebo jen těžší mládě (Figuerola et Green 2006). Větší mláďata mohou mít lepší šance na přežití díky větším energetickým zásobám. Větší tělesná hmotnost je také výhodou při získávání potravy v prvních dnech života. Lepší pohyb větších mláďat jim může pomoci při úniku před predátory či v potápění a hledání potravy (Amundson et Arnold 2011). Mláďata narozená dříve mají také více času na rozvoj svých schopností, hledání potravy a vymezení teritoria než jedinci z pozdějších snůšek (Daan et al. 1989; Amundson et Arnold, 2011).

V Ontariu v Kanadě bylo zjištěno, že pravděpodobnost přežití mláďat kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) se zvyšuje s jejich věkem. Kachňata byla nejvíce náchylná k predaci a tepelnému stresu krátce po vylíhnutí, a proto nejvíce úmrtí bylo zaznamenáno v prvních dnech po vylíhnutí (Hoekman et al. 2004). V Lotyšsku dlouhodobá studie 3 druhů kachen (*Anas clypeata*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*) potvrdila hypotézu, kdy se postupem sezóny přežití mláďat snižovalo, avšak během období s příznivým a teplým počasím naopak bylo vyšší (Blums et al. 2002).

5. Capital vs. Income breeder

U mnoha druhů živočichů je období před rozmnožováním klíčovým faktorem pro nashromáždění tělesných rezerv, který přispívá k úspěchu v reprodukčním období. Stěhovaví ptáci čelí během období rozmnožování různým faktorům, které je mohou omezovat. Musí na hnízdiště dorazit dříve nebo s dostatečným množstvím živin, které jim vystačí na tvorbu vajec a po dobu inkubace. Proto se vyvinulo velké spektrum strategií, které umožňují získávat a rozdělování živin, které budou vyhovovat energetickým požadavkům daného jedince (Janke et al. 2015). Rozdělení zdrojů mezi růst, skladování zásob a reprodukci je klíčovým kompromisem mezi strategiemi životní historie organismů. V posledních letech se u ptáku zabýváme dvěma odlišnými strategiemi, které využívají pro získání a nashromáždění dostatečného množství energie pro potřeby rozmnožování a odchovu potomstva. Setkáme se s dvěma pojmy - „capital breeding“ a „income breeding“ (Stephens et al. 2009, Ejsmond et al. 2021).

Rozdíly v rámci životní historie ptáků, jakým zajišťují náklady na reprodukci, můžeme obecně rozdělit na dvě základní strategie. První nazýváme „capital breeding“, kteří si své energetické zásoby obstarávají před rozmnožováním a jejich rezervy jim umožní nezávisle na dostupnosti potravy se úspěšně rozmnožit. Samice si nashromáždí živiny ještě před začátkem snášení a velikost snůšky a vajec se odvíjí od zásob uložených v těle. „Income breeding“ se naopak spoléhají na dostatek potravy v průběhu snášení vajec, kdy potravu a živiny z ní získané investují přímo do tvorby snůšky. Jako u každé typologie i zde neexistuje ostrý koncept, který tyto dvě strategie přímo odděluje, a proto nalezneme i u těchto systémů jejich gradient či překryv (Arzel et al. 2006, Stephens et al. 2009). Předpokládá se, že obě strategie u ptáků umožňují maximalizaci jejich celoživotní reprodukční úspěšnosti neboli fitness (Ejsmond et al. 2021).

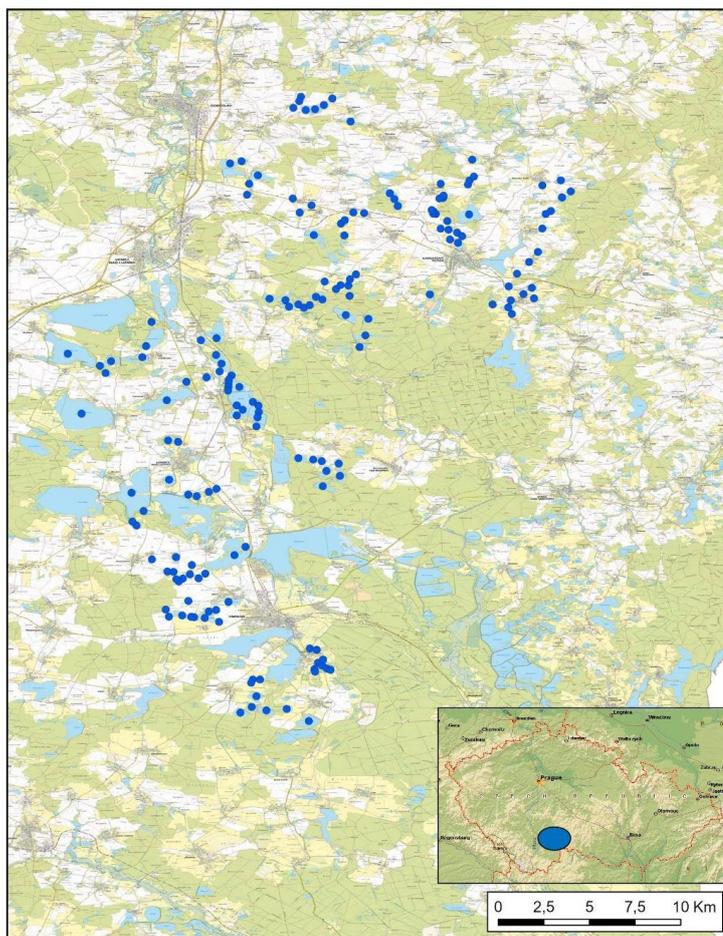
V Jižní Dakotě probíhala studie čírky modrokřídlé (*Anas discors*), jako zástupce vodního tažného ptáka. Prostředí, které obývá představoval ideální příklad pro income strategy, ale výsledky tuto hypotézu nepotvrdily. Samice spoléhaly na endogenní zásoby bílkovin a tuku. Výsledky studie ukázaly, že čírka modrokřídlá nebude čistě jen income stratégem. U Většiny stěhovavých druhů vodního ptactva s většími tělesnými rozměry, hnízdící na severní polokouli, dominuje capital strategie nebo jí využívají po většině období rozmnožování (Sedinger et Alisauskas 2014; Janke et al. 2015).

6. Metodika

6.1. Popis studované lokality

Terénní data pro vznik práce byla sbírána v letech 2004 až 2023 na 173 rybnících na území CHKO Třeboňsko a blízkém okolí v jižních Čechách (48.97–49.26° N, 14.66–14.97° E). Autorka této DP Tereza Lacinová se do sběru dat zapojila v hnízdní sezóně 2023. Sledované rybníky jsou zároveň chráněny v rámci soustavy NATURA 2000 jako Ptačí oblast Třeboňsko. Území spadá do mírně teplé klimatické oblasti. Nachází se v průměrné nadmořské výšce okolo 410 – 450 m (IUCN 1996).

Rozloha vodní hladiny sledovaných rybníků se pohybovala mezi 0,21 a 298,00 ha (průměr \pm sd = 16,97 \pm 39,82 ha) a podíl litorální vegetace kolísal mezi 1,03 % a 90,0 % (průměr \pm sd = 21,30 \pm 16,0 %). Většina litorální vegetace byla zastoupena především rákosem obecným (*Phragmites australis*), orobincem široolistým (*Typha latifolia*), ostřicemi (*Carex* spp.), zblochanem vodním (*Glyceria maxima*) a vrbami (*Salix* spp.), nacházejících se podél břehů, nebo v mělkých vodách rybníka (Janda et al. 1996; Čehovská et al. 2019; Gajdošová et al. 2023).



Obrázek 1: Mapa sledovaných lokalit na Třeboňsku a blízkém okolí

6.2. Studované druhy

6.2.1. Polák velký (*Aythya ferina*)

Polák velký je středně velká kachna, kterou řadíme do čeledi kachnovitých (*Anatidae*) z řádu vrubozobých (*Anseriformes*). Palearktický druh, který má hnízdní areál téměř na celém území Evropy, směrem k severu jeho početnost klesá. Zimuje především ve Středomoří a také na předalpských jezerech. V České republice ho v zimě nalezneme především na velkých nezamrzajících řekách, ale v případě mírnějších zim se přesouvá na nezamrzající stojaté vody. Hnízdí na celém území do výše 700 m. n. m. Po kachně divoké je druhou nejrozšířenější hnízdící kachnou a patří mezi dominantní kachny u nás. Hnízdo si staví v blízkosti vodní hladiny v hustém pobřežním porostu nebo na ostrůvcích uprostřed rybníka, kde je v našich podmínkách nacházíme nejčastěji. S velkým zájmem hnízdí v racčích koloniích, které jim poskytují částečnou ochranu proti predátorům. Na hnízdiště přilétají společně v hejnech, kdy už většina přilétá v párech. Hlavní období hnízdění je začátkem května. V průměru klade samice 5-12 vajec a jejich inkubace se pohybuje v rozmezí 23-25 dní. Živí se jak rostlinnou tak i živočišnou potravou, záleží na lokalitě. Přes léto většinou převládá rostlinná složka (vodní rostliny, mladé výhonky, semena, pupeny), doplněná drobnými živočichy (měkkýši, vodní hmyz a jeho larvy, korýši). Naopak na zimovišti a v době tahu konzumují hlavně živočišnou potravu. Získávají jí hlavně potápěním pod hladinu do hloubky 1-4 m a vydrží po vodou až 30 sekund. Samce se samicí od sebe snadno poznáme díky pohlavnímu dimorfismu. Ve svatebním šatu má kačer typicky zrzavě zbarvený krk a hlavu doplněnou červenohnědým okem; hřbet a boky, naopak světle šedá s tmavým vlnkovaním a prsa/hrud' černé, vše doplněné šedomodrým zobákem. Kachna je krypticky zbarvená, převládají zde různé odstíny hnědo šedomodré se stejnou barvou jejich oka. Obě pohlaví jsou podobně velká. Dospělí ptáci váží 0,8 – 1,3 kg (Červený 2004; Šťastný et Hudec 2016; Klvaňa 2023).



Obrázek 2: Polák velký - samec (Sjögren 2016)



Obrázek 3: Polák velký - samice (Bohdal 2006)

6.2.2. Polák chocholačka (*Aythya fuligula*)

Je stejně jako polák velký řazen do řádu vrubozobých (*Anseriformes*), čeledi kachnovitých (*Anatidae*), rodu *Aythya* (Šťastný et Hudec 2016). Má palearktické rozšíření, od Islandu, Velké Británie a Skandinávie přes střední Evropu po Kamčatku. Evropské populace zimují v oblastech Středoziemního moře a severní Afriky. V ČR zimuje, protahuje a pravidelně hnízdí. Zahnízdí skoro ve všech rybníčních oblastech až do 1000 m. n. m. Vyhledává spíše stojaté nebo pomalu tekoucí vody s bohatou pobřežní vegetací, avšak dokáže zahnízdit i malých, zarostlých rybnících. Hnízdo

mívají umístěno přímo na vodní hladině nebo v její blízkosti. Od poloviny května začínají samice snášet první vejce, celkově se počet pohybuje mezi 5-12 zelenavě šedými vejci. Po 23-25 dnech inkubace se líhnou mláďata. V jeho potravní nabídce převládá živočišná potrava, hlavně měkkýši (plži, mlži), larvy vodního hmyzu a malé rybky. Za potravou se chocholačky dokáží potopit až 14 m a vydrží pod hladinou i 40 sekund. U tohoto druhu samce a samici poznáme podle pohlavního dimorfismu. Samec ve svatebním šatu je černý s bílým břichem a boky. Na hlavě nalezneme charakteristickou chocholku, modrošedým zobákem s černým nehtem. Samice je tmavohnědě zbarvená s bělavým břichem a její chocholka je zcela krátká oproti samci. Obě pohlaví mají výrazně žlutou duhovku. Samec se samicí jsou stejně velcí a hmotnost se pohybuje mezi 0,6-1,2 kg (Šťastný et Hudec 2016; Červený 2004).



Obrázek 4: Polák chocholačka - samec (Mikšík)



Obrázek 5: Polák chocholačka - samice s mládětem (Putnam 2019)

6.3. Sběr dat

Monitoring populací vodních ptáků na Třeboňsku probíhá každoročně již od roku 1981. V roce 2004 se tento monitoring začal provádět v pravidelných intervalech od dubna do srpna, kdy je při každé kontrole monitorována nejen celková početnost druhu, ale i podíl samic a samců a zaznamenávají se individuálně značení jedinci. Jsou zapisovány i údaje o rodinkách, jejich počtu a stáří mláďat. Determinace mláďat v rodince je důležitá pro případnou identifikaci mezidruhového hnízdního parazitismu (Musil et al. 2016; Musil et al. 2021).

6.3.1. Odchyt samic a vyhledávání hnízd

Pro odchyt samic na hnízdě se používají tzv. Wellerovy pasti (past s padacími dvířky, Weller 1957), které jsou na hnízda instalována v době nepřítomnosti samice. Jejich odchyt probíhal většinou v pozdní fázi inkubace, kdy se předpokládá největší vazba na snůšku. Pomocí tzv. vodního testu se odhaduje doba inkubace. Pokud vejce pluje na hladině, nachází se v pozdní fázi inkubace (Wasterskov 1950). Hnízda byla vyhledávána pomalou chůzí a pečlivým prohledáváním vodní vegetace na ostrovech a litorální vegetaci rybníka. V každém nalezeném hnízdě byla vejce očíslována, změřena jejich délka a šířka s přesností na 0,1 mm za pomoci digitálního posuvného měřidla. Zaznamenala se jejich barva a tvar pro následné vyloučení či potvrzení

parazitických vajec v hnízdě (Gajdošová et al. 2023). Celková velikost snůšky byla získána na základě celkového počtu vajec a po odečtení vajec považovaných za parazitická. Každá samice, která byla odchycena, se pomocí látkového prodyšného pytlíku přepravila na břeh z hnízdního ostrůvku. Následně byla zvážena, změřena a individuálně označena, pokud nebyla již v minulosti označena. Ke značení se používají různé kombinace barevných kroužků a dále kovový kroužek Kroužkovací stanice Národního muzea, které jsou navlékány samicím na nohy. Nakonec jim byli nainstalovány nosní značky s individuálními kódy pro lepší sledování jedince v pozdějších sezónách (Musil 2010). Poté byla samice vypuštěna zpět.

6.4. Sledované reprodukční parametry

Jak byly již popsány v předchozí části práce (kapitola 4), analýza těchto údajů, které byly získány buď pozorováním nebo odchycením samice na hnízdě byla provedena v analytické části práce.

- **Datum začátku snůšky**

Datum snesení 1. vejce

- **Počet vajec ve snůšce (celkový)**

Zahrnuta všechna vejce nalezená ve snůšce konkrétní samice

- **Počet vlastních vajec ve snůšce (neparazitických)**

Z celkového počtu vajec se odečetla vejce určená jako parazitická

- **Počet parazitických (cizích) vajec**

Za parazitická vejce byla považována ta, která měla jiný tvar, barvu nebo velikost. Když bylo zjištěno, že byla snesena v jiném časovém intervalu než zbylá vejce ve snůšce, byla také považována za parazitická.

- **Průměrná velikost vajec**

Vypočtena podle Rohwera (1988) jako délka (mm) × šířka² (mm) × 0.555

- **Počet vylíhlých mlád'at**

Pokud byla samice viděna s mlád'aty byl zaznamenán jejich počet, popřípadě určení, zda všechna mlád'ata jsou stejného druhu a nedošlo k hnízdnímu parazitismu. s mlád'aty.

- **Počet mlád'at ve 1.-3. týdnu**

Ve studované oblasti na rybníčních soustavách bylo sledováno, zda samice vyvedla mlád'ata, pokud ano bylo určeno jejich stáří a zařazeno do určité kategorie.

- **Počet mlád'at ve 4.-8. týdnu**

6.5. Statistické zpracování dat

Celkově jsme analyzovali data získaná v letech 2004 – 2023 pro 103 samic poláka velkého a 191 samic poláka chocholačky. U každé samice byla v každé hnízdní sezóně určena kategorie stáří (2. rok – loňská/mladá samice, +2.rok - starší samice). Použili jsme různé reprodukční parametry pro danou samici a danou hnízdní sezónu (datum příletu, datum snůšky, celkový počet vajec, počet vlastních vajec, počet parazitických vajec, průměrná velikost vejce, počet mlád'at a podíl vylíhlých mlád'at), jejichž hodnoty jsme za pomoci analýzy ANOVA porovnali pro obě kategorie stáří samic. Nulová hypotéza byla stanovena jako konkrétní reprodukční parametr porovnaný s parametrem v rámci zkoumané kategorie (věk).

Statistické výpočty byly vypočteny pomocí programu Statistica ver. 13 a R (RStudio Team 2022).

7. Výsledky

7.1. Počet sledovaných samic

Celkově bylo hodnoceno 235 hnízdních pokusů (jednotlivá samice v jednotlivé hnízdní sezóně) od 103 samic poláka velkého a 371 hnízdních pokusů od 191 samic poláka chocholačky. U poláka velkého bylo zaznamenáno jen 5 samic hnízdících (2,2 %; n=230), u poláka chocholačky to bylo 53 samic (16,5 %; n=321). Do této analýzy vstupovaly i samice, od kterých nebylo nalezeno hnízdo, ale vyskytovaly se ve sledované oblasti po většinu hnízdí sezóny, tedy i po 21. červnu u poláka velkého a po 1. červenci u poláka chocholačky, kdy obvykle již 40 % samic vodí mláďata (Čehovská et al. 2019; Musil et al. in litt.). Hnízda byla nalezena ve 111 případech u poláka velkého a ve 208 případech u poláka chocholačky, z nichž bylo 5 samic poláka velkého a 53 samic poláka chocholačky ve 2. roce života (viz Tabulka 1).

7.2. Vliv věku na reprodukční úspěšnost

Hnízdní úspěšnost byla hodnocena u jednotlivých snůšek, kde jako úspěšné bylo považováno hnízdo, kde se úspěšně vylíhlo alespoň 1 mládě. Dále byla úspěšnost hodnocena u samic zaznamenaných v dané hnízdní sezóně a ve sledované oblasti, a to po většinu hnízdí sezóny, tedy i po 21. červnu u poláka velkého a po 1. červenci u poláka chocholačky, kdy obvykle již 40 % samic vodí mláďata (Čehovská et al. 2019, Musil et al. in litt.)

Tabulka 1: Vliv věku na reprodukční úsilí samic

			Celkem	Úspěšné	% úspěšných
snůška	polák velký	2. rok	5	2	40,0
		+ 2.rok	106	72	67,9
snůška	polák chocholačka	2. rok	53	32	60,4
		+ 2.rok	155	123	79,4
rodinka v 1.-3.týdnu	polák velký	2. rok	5	2	40,0
		+ 2.rok	230	102	44,3
rodinka v 1.-3.týdn	polák chocholačka	2. rok	53	19	35,8
		+ 2.rok	321	107	33,3
rodinka ve 4. a vyšším týdnu	polák velký	2. rok	5	2	40,0
		+ 2.rok	230	67	29,1
rodinka ve 4. a vyšším týdnu	polák chocholačka	2. rok	53	6	11,30
		+ 2.rok	321	62	19,3

Ve většině případů, z celkového počtu sledovaných samic, byli starší jedinci reprodukčně úspěšnější. Statisticky průkazný byl však pouze rozdíl v úspěšnosti snůšek u poláka chocholačky (Chi-kvadrát = 6.525, P = 0.011). K vylíhnutí snůšky došlo u 60,4 % dvouletých a 79,4 % víceletých samic (Obrázek 6). U poláka velkého lze neprokázání statisticky průkazných rozdílů vysvětlit i nevyrovnaným rozložením analyzovaných dat, kdy bylo zaznamenáno pouze 5 hnízdících dvouletých samic (viz Tabulka 1).

7.3. Vliv věku na reprodukční parametry

U každého reprodukčního parametru byl u obou druhů testován vliv věku samice. Signifikantní vztahy jsou v tabulkách vyznačeny tučně.

7.3.1. Polák velký (*Aythya ferina*)

Tabulka 2: Reprodukční parametry a jejich závislost na věkové kategorii samice (polák velký)

Reprodukční parametr	průměr ± směř.chyba	průměr ± směř.chyba	F-hodnota	p-hodnota
	pro mladé samice (2.rok)	pro starší samice (+ 2. rok)		
Datum snesení 1. vejce	150,400 ± 5,745	148,528 ± 1,248	0,101	0,751
Celkový počet vajec	10,200 ± 1,772	10,415 ± 0,384	0,014	0,905
Počet vlastních vajec	9,600 ± 1,618	9,689 ± 0,351	0,003	0,957
Počet parazitických vajec	0,600 ± 0,701	0,705 ± 0,153	0,003	0,959
Průměrná velikost vejce	61,409 ± 1,684	64,412 ± 0,384	3,024	0,085
Počet vylíhlých mlád'at	3,800 ± 1,995	5,339 ± 0,433	0,567	0,453
Podíl vylíhlých mlád'at	0,454 ± 0,187	0,525 ± 0,041	0,137	0,712
Počet mlád'at ve 1.-3. týdnu	2,800 ± 1,354	2,374 ± 0,200	0,097	0,776
Počet mlád'at ve 4.-8. týdnu	2,000 ± 1,113	1,313 ± 0,164	0,373	0,542

U poláka velkého jsme hodnoty zaznamenali v Tabulce 2. Jak můžeme vyčíst z p-hodnot, kde byla hladina významnosti stanovena $\alpha = 0,05$, žádná nulová hypotéza nebyla vyvrácena. Celkově můžeme říci, že žádný z reprodukčních parametrů se významně nemění s věkem samice u poláka velkého. Musíme, ale brát v potaz, že vzorek, který byl testován výrazně nevyrovnaný (Tabulka 2). Starší samice ve vzorku jednoznačně převládaly oproti mladším samicím.

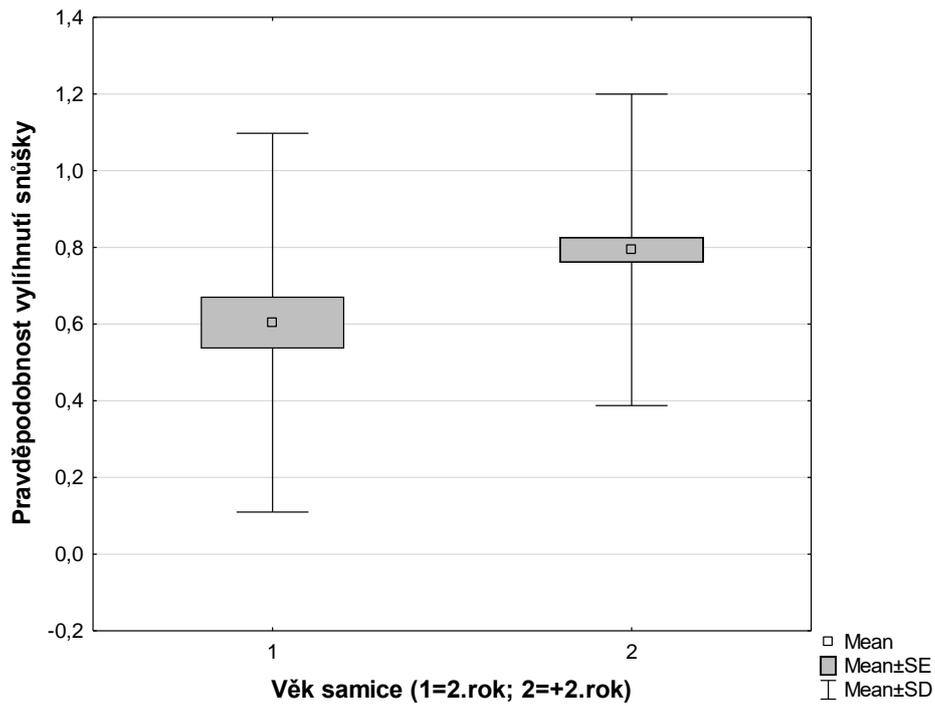
7.3.2. Polák chocholačka (*Aythya fuligula*)

Tabulka 3: Reprodukční parametry a jejich závislost na věkové kategorii samice (polák chocholačka)

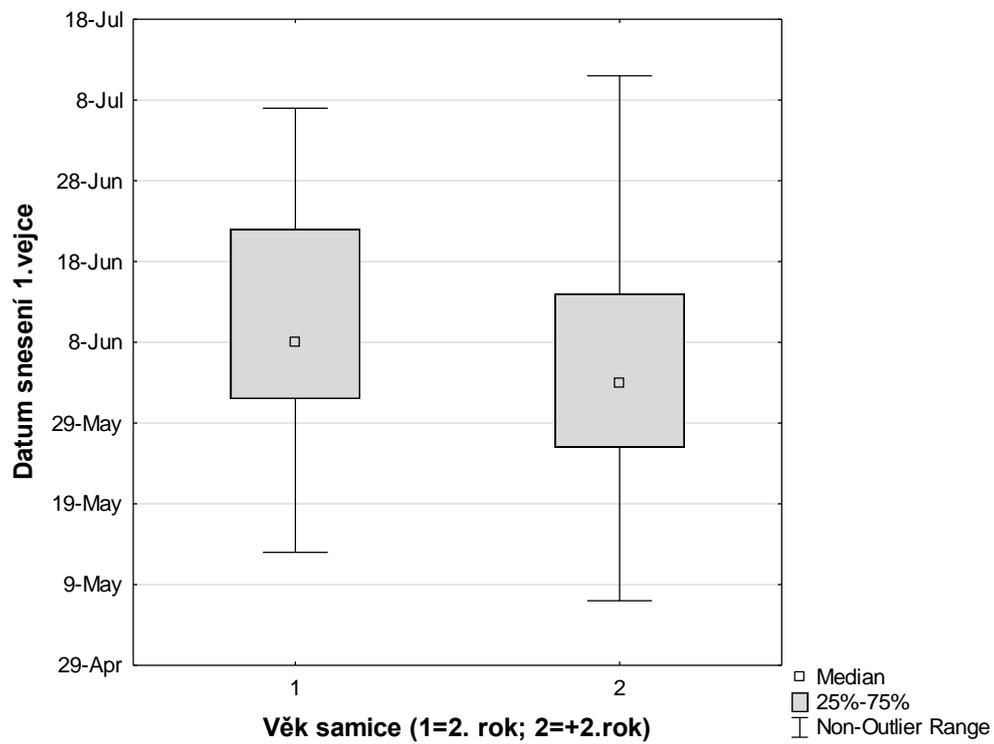
Reprodukční parametr	průměr ± směř.chyba	průměr ± směř.chyba	F-hodnota	p-hodnota
	pro mladé samice (2.rok)	pro starší samice (+ 2. rok)		
Datum snesení 1. vejce	162,698 ± 1,923	156,516 ± 1,124	7,704	0,006
Celkový počet vajec	9,623 ± 0,571	11,251 ± 0,334	6,058	0,015
Počet vlastních vajec	8,963 ± 0,515	10,594 ± 0,301	7,483	0,007
Počet parazitických vajec	0,661 ± 0,233	0,662 ± 0,136	0,001	0,994
Průměrná velikost vejce	54,191 ± 0,433	54,064 ± 0,247	0,064	0,800
Počet vylíhlých mlád'at	4,434 ± 0,606	6,616 ± 0,354	7,172	0,008
Podíl vylíhlých mlád'at	0,467 ± 0,053	0,573 ± 0,031	2,978	0,086
Počet mlád'at ve 1.-3. týdnu	2,000 ± 0,434	1,760 ± 0,171	3,252	0,072
Počet mlád'at ve 4.-8. týdnu	0,444 ± 0,255	0,763 ± 0,101	1,389	0,239

Samice poláka chocholačky (viz Tabulka 3) měly oproti poláku velkému prokazatelnější výsledky. Starší samice oproti mladším snášely dříve v sezóně (Obrázek 7). Průměrně začínaly snášet 5. června (o $156,5 \pm 1,124$ dne), kdežto mladší až 11. června ($162,7 \pm 1,923$ dne) ve sledovaných letech (p-hodnota = 0,006). Celkový počet vajec (Obrázek 8), který u starších samic tvořil průměrně 11,25 ks, byl větší oproti mladším jedincům (průměr 9,62 ks), tento trend byl také signifikantní (p- hodnota = 0,015). S tímto souvisel i prokazatelný vliv počtu vlastních vajec na věk

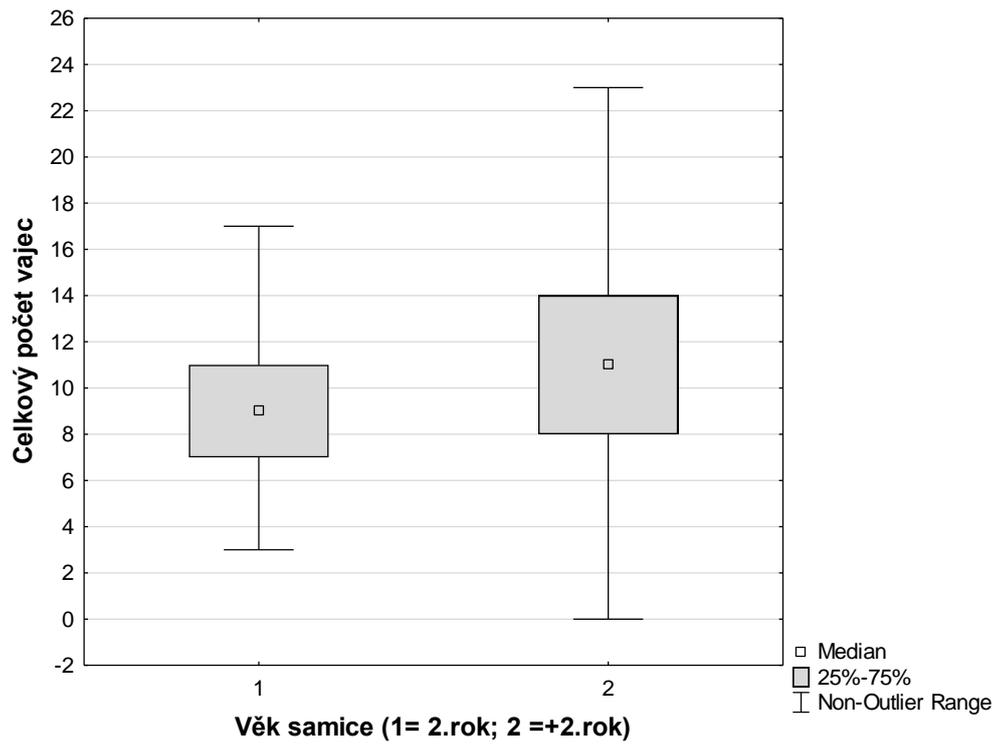
samice (Obrázek 9). Mladší samice měli v průměru 8,96 ks vlastních vajec na rozdíl od 10,59 ks u starších samic. Poslední potvrzená hypotéza se týkala počtu vylíhlých mláďat, který u obou kategorií rozdílné. Starší měli podstatně větší počet vylíhlých mláďat (průměr 6,6 mláďat) a u mladších to bylo pouze průměrně 4,4 mláďat (Obrázek 10). U dalších zkoumaných parametrů se nepotvrdil vliv věku samic.



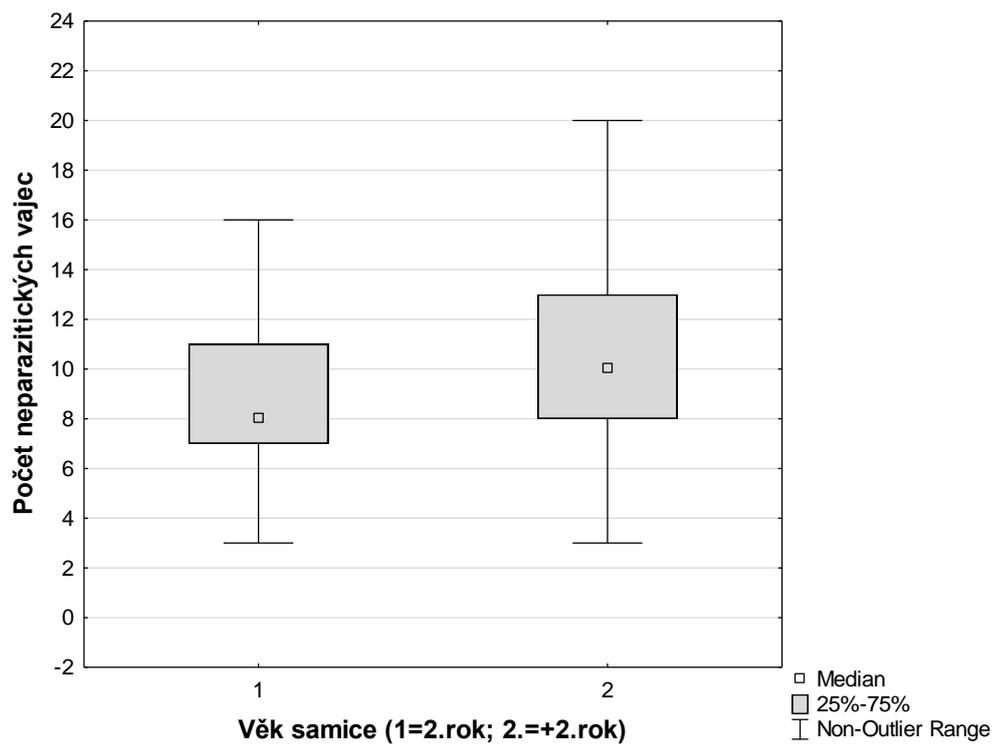
Obrázek 6: Vliv věku na pravděpodobnost vylihnutí snůšky samice



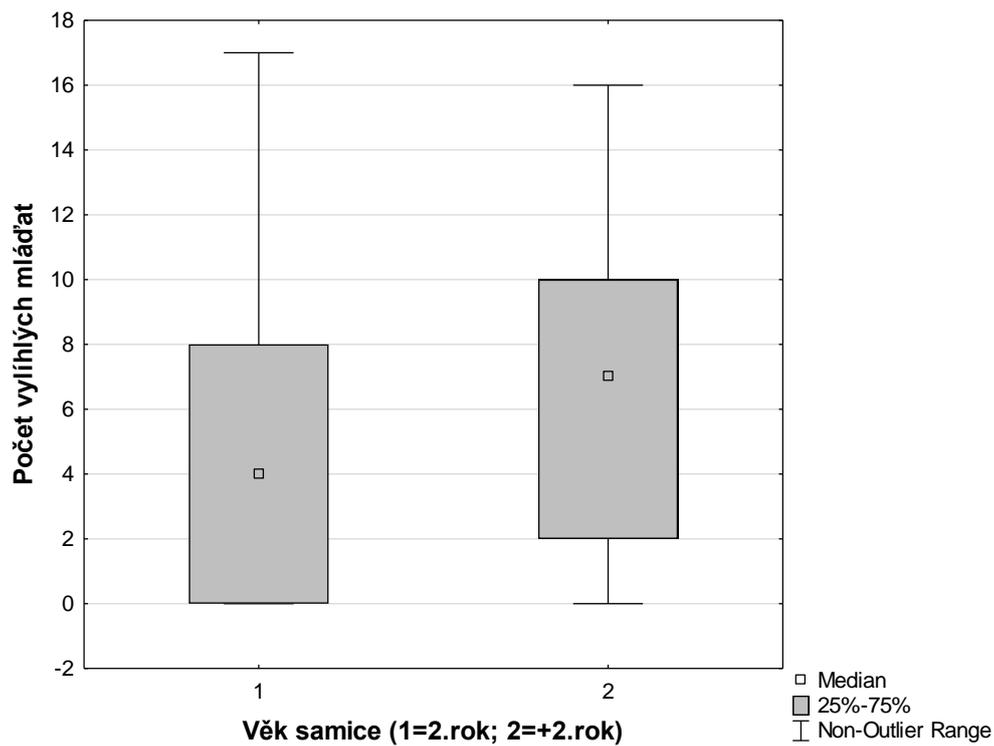
Obrázek 7: Vliv věku samice na datum snesení 1. vejce u poláka chocholačky



Obrázek 8: Vliv věku na celkový počet vajec u samice poláka chocholačky



Obrázek 9: Vliv věku samice na počet vlastních vajec u samice poláka chocholačky



Obrázek 10: Vliv věku na počet vylíhlých mláďat u samic poláka chocholačky

8. Diskuze

V této práci se podařilo prokázat významný vliv věku na reprodukční parametry především u poláka chocholačky. U poláka velkého nebyl z důvodu malého počtu dvouletých samic v analyzovaném vzorku zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl. Individuální kvalita u reprodukčních parametrů se projevuje zdatností a fitness jedince. Již v minulosti bylo prokázáno, že vlivy, jako je tělesná hmotnost, datum zahájení snůšky či počet mláďat, mají souvislost s reprodukčním úspěchem jedince (Blums et al. 2005).

Obecná teorie tvrdí, že mladší jedinci začínají klást své snůšky v pozdějším termínu (Owen & Black 1990). V práci jsme tuto teorii testovali a pro poláka chocholačku tento trend vyšel pozitivně. Mladší samice snášely oproti starším samicím v průměru o 6,18 dní později. Dále by bylo zajímavé se zaměřit na posouzení, co vlastně tento trend způsobuje, na což se zaměřila např. studie Tryjanowski et al. (2002), která přišla s vysvětlením, že dřívější začátek snášení vajec je spojen s vyššími jarními teplotami nebo mírnějšími zimami, nebo Krapu et al. (2004), kteří tvrdí, že začátek hnízdění je ovlivněn hmotností samice a jejích zásob endogenních lipidů.

Výhoda dřívějšího hnízdění je součástí kladného reprodukčního úspěchu a je zdokumentována u mnoha druhů, a to včetně vodních druhů ptactva (Tryjanowski et al. 2002; González-Solís et al. 2004; Blums et al. 2005). Datum přiletu na hnízdiště je jedním z důležitých reprodukčních parametrů u ptáků, proto se jím zajímá mnoho studií, obvykle je to studováno pro konkrétní druhy. Jednu takovou studii provedl Murphy-Klassen et al. (2005), kdy zkoumal ovlivnění druhů změnou klimatu, především zvýšením teploty a dřívějším příchodem jara. Z výsledků studie vyplynulo, že s narůstajícími teplotami je přilet na hnízdiště v dřívějším termínu. Bohužel v rámci této diplomové práce nebyly zkoumány průměrné denní teploty v době přiletů ptáků na hnízdiště, díky čemuž nemůžeme výsledky z dané studie potvrdit nebo vyvrátit. Bylo by ale vhodné právě i tyto výše zmíněné faktory při příštím sběru dat zaznamenávat a vyhodnocovat. Dále je kromě data přiletu podstatná úspěšnost reprodukce a opětovný návrat na hnízdiště v nadcházejících letech, o čemž pojednává práce od Tryjanowski et al. (2002), kde existuje dostatek důkazů o tomto jevu, zvláště u kachen.

Celkový počet vajec je další z velice diskutovaných témat v rámci reprodukčních parametrů. Výsledkem této práce je, že se u poláka chocholačky starší samice mají větší snůšky. Můžeme se opět domnívat, co je příčinou. Zkušenost samice a její tukové zásoby na tom budou mít velký podíl (Milonoff et al. 2002; González-Solís et al. 2004; Guillemain et al. 2010). Musíme brát v potaz i vliv navyšování počtu vajec s rostoucím věkem, které má však určité omezení. Jedinci poláka velkého i poláka chocholačky jsou totiž limitováni řadou faktorů, jako je např. stárnutí, dostupnost potravy atd. Nicméně v této souvislosti lze zmínit studii Owen et Black (1990) o huse sněžní (*Anser caerulescens*), kde bylo zjištěno, že do pěti let stáří se velikost snůšky zvyšuje a poté je stabilní alespoň do věku devíti let. Díky této studii můžeme uvažovat, že u jedinců poláka velkého i chocholačky poroste velikost snůšky také do určitého věku jedinců a pak bude po určitou dobu stabilní. Bylo by vhodné pokračovat v pořizování záznamů reprodukčních parametrů individuálně značených samic, které byly použity pro tuto diplomovou práci, a následně je vyhodnotit podle studie Owen et Black (1990), abychom věděli, do jakého stáří se může velikost snůšky zvyšovat a od kterého roku se stabilizuje.

Hmotnost samice a její tělesná kondice ovlivňuje celý průběh hnízdění. Studie Blums et al. (2005) a Gajdošová et al. (2023) potvrzují, že samice s lepší tělesnou kondicí mají jednak lepší šanci na přežití a snáší i větší vejce s vyšší pravděpodobností líhnutí. V posledním desetiletí se objevují i studie, které potvrzují, že tělesná hmotnost jedince se změnila. Dnešní jedinci jsou v porovnání s historickými záznamy jedinců těžší, ale velikost těla zůstala nezměněna (Guillemain et al. 2010). Tento jev může mít za následek i lepší reprodukční schopnosti, například zvětšením snůšky. Nebo to může mít i pozitivní vliv na populační dynamiku ptáků, obzvláště u ohrožených či ubývajících druhů (polák velký, polák chocholačka). Těžší nebo samice s více energetickými zásobami mohou lépe investovat do produkce vajec. S každou další sezonou získává samice více zkušeností, a to může způsobit zvětšení snůšky či počet vylíhlých mláďat, jak jsme potvrdili v naší práci.

S celkovým počtem vajec se potvrdila i hypotéza o počtu vlastních vajec, kterých starší samice snáší více. Pro počet parazitických vajec jsme bohužel tuto teorii nepotvrdili ani u jednoho druhu poláka, avšak hnízdní parazitismus je celkem běžnou strategií poláků, a to nejen v českých populacích, kde se vyskytuje s vysokou frekvencí, jak potvrzují studie z jižních Čech (Neužilová et Musil 2009; Bažant 2011;

Petržílková 2011; Musil et al. 2017). Experimentálním přidáváním vajec do snůšky poláka velkého a poláka chocholačky bylo testováno, zda jsou schopni rozpoznat parazitické vejce ve snůšce a zda mají vyvinutou antiparazitickou strategii. Ani jeden z těchto druhů nemá vyvinutou strategii, která by bránila proti naklazení cizích vajec a hnízdní parazitismus nijak negativně neovlivňuje jejich reprodukční úspěšnost (Neužilová et Musil 2010). Tím lze vysvětlit neexistenci rozdílů v parazitaci snůšek dvouletých a starších samic.

Dále jsem se zde zabývali i reprodukční úspěšností samic poláka velkého a poláka chocholačky. Starší samice byly úspěšnější v porovnání s mladými, což mohlo být způsobeno nezkušeností samic, která může ovlivnit pravděpodobnost predace hnízd (Owen et Black 1990; Broyer 2019). Význam může mít i potravní konkurence a to zejména s kaprovitými rybami (Cyprinidae) na dané rybniční lokalitě. V studii Roy et al. (2020) se prokázalo, že čím je teplota vody vyšší, tím kapr více aktivuje (optimum 22-25 °C) a vyhledává potravu, o kterou je pak následná konkurence s ostatními organismy v rybníku. Proto mláďata kachen, která se vylíhnou v dřívějším termínu mají výhodu v menší potravní konkurenci v prvních dnech života, které jsou pro jejich přežití nejdůležitější.

U poláka velkého se s vlivem věku samice nepotvrdil žádný reprodukční parametr. Můžeme příčinu hledat jednak v nerovnosti vzorku, kdy věkové kategorie samic nebyly rovnoměrně zastoupené. Mladé (dvouleté) samice se nerozmnožují, například z důvodu nezkušenosti v prvním roce.

V budoucích analýzách by bylo zajímavé se zaměřit i na vlivy prostředí a jejich vliv na reprodukční parametry. Významný vliv může mít nabídka a dostupnost potravy, které mohou být ovlivňovány potravní konkurencí s rybími obsádkami na dané lokalitě a jinými změnami v důsledku postupného oteplování klimatu.

9. Závěr

V této diplomové práci byly shrnuty poznatky o individuálních reprodukčních parametrech, které působí na vodní ptáky – kachnovití (*Anatidae*). V první části byly v literární rešerši shrnuty dosavadní poznatky o vlivu individuální variability hnízdících samic na reprodukční úspěšnost (vliv věku, potravní nabídky a povětrnostních podmínek). Druhá část byla věnována analýze dat získaných v letech 2004 až 2023 na rybnících Třeboňska, jejímž cílem bylo zhodnocení vlivu věku na reprodukční parametry poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*).

V souladu s obecnou teorií, byly prokázány statisticky průkazné rozdíly pouze u samic poláka chocholačky. Starší samice tohoto druhu snášejí v dřívějším termínu oproti mladším samicím. Z výsledků této práce to bylo průměrně o 6,2 dne. Počet vlastních vajec a zároveň celková velikost snůšky měla nižší počet u mladších jedinců. S tím mohl souviset i vyšší počet vylíhlých mláďat u starších samic v porovnání s mladými samicemi. Tato diplomová práce tímto potvrdila a přispěla k prokázání obecných teorií o reprodukční úspěšnosti u ptáků. Do budoucna by bylo přínosné zaměřit se i na podmínky prostředí, potravní nabídku a vlivy, které souvisí s ovlivněním kondice samice.

10. Zdroje

- Ackerman J. T., Eadie J. M., Moore T. G., 2006: Does life history predict risk-taking behavior of wintering dabbling ducks?. *The Condor* 108(3). 530-546.
- Arzel C., Elmberg J., Guillemain M., 2006: Ecology of spring-migrating Anatidae: a review. *Journal of Ornithology* 147. 167-184.
- Bažant M., 2011: Analýza variability objemu vajec poláka velkého (*Aythya ferina*) a poláka chocholačky (*Aythya fuligula*). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice. 46 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Blums P., Clark R. G., 2004: Correlates of lifetime reproductive success in three species of European ducks. *Oecologia* 140. 61-67.
- Blums P., Clark R. G., Mednis A., 2002: Patterns of reproductive effort and success in birds: path analyses of long-term data from European ducks. *Journal of Animal Ecology* 71(2). 280-295.
- Blums P., Nichols J. D., Hines J. E., Lindberg M. S., Mednis A., 2005: Individual quality, survival variation and patterns of phenotypic selection on body condition and timing of nesting in birds. *Oecologia* 143. 365-376.
- Broyer J., 2019: Recent changes in pair abundance and breeding results in the main French populations of the Common Pochard *Aythya ferina*. *Wildfowl* 69. 176-187.
- Butler C. J., 2003: The disproportionate effect of global warming on the arrival dates of short-distance migratory birds in North America. *Ibis* 145(3). 484-495.
- Coppack T., 2007: Experimental determination of the photoperiodic basis for geographic variation in avian seasonality. *Journal of Ornithology* 148. 459-467.
- Čehovská M., Musil P., Musilová Z., Poláková K., Zouhar J., 2019: Diving duck census efficiency based on monitoring of individually marked females: the influence of breeding stage and timing of census. *Bird Study* 66(2). 198-206.
- Červený J., 2004: Encyklopedie myslivosti. Ottovo nakladatelství v divizi Cesty, Praha, 592 s.

- Daan S., Dijkstra C., Drent R., Meijer T., 1989: Food supply and the annual timing of avian reproduction. In 19th International Ornithological Congress, Ottawa, Canada 392-407. University of Ottawa Press.
- Dawson R.D., Clark R.G., 1996: Effects of variation in egg size and hatching date on survival of lesser Scaup *Aythya affinis* ducklings. *Ibis* 138. 693–699.
- Drever M. C., Wins-Purdy A., Nudds T. D., Clark R. G., 2004: Decline of duck nest success revisited: Relationships with predators and wetlands in dynamic prairie environments. *Auk* 121. 497-508.
- Dufour K., Clark R.G., 2002: Differential survival of yearlings and adult female mallards and its relation to breeding habitat conditions. *Condor* 104. 297-308.
- Dunn P. 2004: Breeding dates and reproductive performance. *Advances in ecological research* 35. 69-87.
- Ejsmond A., Forchhammer M., Varpe Ø., Jónsson J. E., Jørgensen C., 2021: Nesting synchrony and clutch size in migratory birds: Capital versus income breeding determines responses to variable spring onset. *The American Naturalist* 198(4). E122-E135.
- Figuerola J., Green A. J., 2006: A comparative study of egg mass and clutch size in the Anseriformes. *Journal of Ornithology* 147. 57-68.
- Forslund P., 1993: Vigilance in relation to brood size and predator abundance in the barnacle goose, *Branta leucopsis*. *Anim Behav* 45. 965–973.
- Gajdošová D., Musil P., Zouhar J., Musilová Z., Neužilová Š., Pavón-Jordán D., 2023: Long-term increase in female body condition and its effect on reproduction in two European red-listed species, Common Pochard (*Aythya ferina*) and Tufted Duck (*Aythya fuligula*). *Ibis* 165 (4). 1217-1234.
- González-Solís J., Becker P. H., Jover L., Ruiz X., 2004: Individual changes underlie age-specific pattern of laying date and egg-size in female common terns *Sterna hirundo*. *Journal of Ornithology* 145. 129-136.
- Guillemain M., Elmberg J., Gauthier-Clerc M., Massez G., Hearn R., Champagnon J., Simon G., 2010: Wintering French mallard and teal are heavier and in better body

- condition than 30 years ago: effects of a changing environment?. *Ambio* 39. 170-180.
- Guillemain M., Pöysä H., Fox A. D., Arzel C., Dessborn L., Ekroos J., Gunnarsson G., Holm T. E., Christensen T. K., Lehikoinen A., Mitchell C., Rintala J., Møller A. P., 2013: Effects of climate change on European ducks: what do we know and what do we need to know?. *Wildlife Biology* 19(4). 404-419.
- Hoekman S. T., Gabor T. S., Maher R., Murkin H. R., Armstrong L. M., 2004: Factors affecting survival of mallard ducklings in southern Ontario. *The Condor* 106(3). 485-495.
- Hořák D., Klavaňa P., Albrecht T., Musil P., 2007: Inter-nest variability in the egg to hatchling mass ratio in the common Pochard *Aythya ferina*: Does female body mass matter? *Acta Ornithol* 42. 33–38.
- Christians J. K., 2002: Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. *Biological Reviews* 77. 1 – 26.
- IUCN, 1996: Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordinační středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 s.
- Janda J., Pechar L., Musil P., Pechalová E., Plesník J., 1996: Sustainable Use of Fishponds in the Třeboňsko Protected Landscape Area and Biosphere Reserve. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: České koordinační středisko IUCN–Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN.
- Janke A. K., Anteau M. J., Markl N., Stafford J. D., 2015: Is income breeding an appropriate construct for waterfowl?. *Journal of ornithology* 156. 755-762.
- Jenni L., Kéry M., 2003: Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long–distance migrants, delays in short–distance migrants. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 270(1523). 1467-1471.

- Kennamer R. A., Hepp G. R., Alexander B. W., 2016: Effects of current reproductive success and individual heterogeneity on survival and future reproductive success of female Wood Ducks. *The Auk: Ornithological Advances* 133(3). 439-450.
- Klvaňa P., 2023: Polák velký ptákem roku. *Ptačí svět.*, čís. 1
- Krapu G.L., Reynolds R.E., Sargeant G.A., Renner R.W., 2004: Patterns of variations in clutch sizes in guild of temperate-nesting dabbling ducks. *Auk* 121. 695-706.
- Lehikoinen A., Jaatinen K., 2012: Delayed autumn migration in northern European waterfowl. *Journal of Ornithology* 153. 563-570.
- Lehikoinen A., Jaatinen K., Vähätalo A.V., Clausen P., Crowe O., Deceuninck B., Hearn R., Holt C.A., Hornman M., Keller V., Nilsson L., Langendoen T., Tománková I., Wahl J., Fox A.D., 2013: Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global Change Biology* 19. 2071–2081.
- Loos E. R., Rohwer F. C., 2004: Laying-stage nest attendance and onset of incubation in prairie nesting ducks. *The Auk* 121(2). 587-599.
- Lyon B. E., Chaine A. S., Winkler D. W., 2008: A matter of timing. *Science* 321(5892). 1051-1052.
- Milonoff M., Pöysä H., Runko P., 1998: Factors affecting clutch size and duckling survival in the common goldeneye *Bucephala clangula*. *Wildlife Biology* 4(2). 73-80.
- Milonoff M., Pöysä H., Runko P., 2002: Reproductive performance of common goldeneye (*Bucephala clangula*) females in relation to age and lifespan. *Ibis* 144. 585-592.
- Milonoff M., Pöysä H., Runko P., Ruusila V., 2004: Brood rearing costs affect future reproduction in the precocial common goldeneye *Bucephala clangula*. *Journal of Avian Biology* 35(4). 344-351.
- Murphy-Klassen H. M., Underwood T. J., Sealy S. G., Czyrnyj A. A., 2005: Long-term trends in spring arrival dates of migrant birds at Delta Marsh, Manitoba, in relation to climate change. *The Auk* 122(4). 1130-1148.

- Musil P., 2010: Individuální značení kachen v České republice. *Aythya* 3. 99-100.
- Musil P., Musilová Z., Neužilová Š., Homolková M., Gajdošová D., Čehovská M., Poláková S., Sedláček O. 2021: Monitoring hnízdních populací vodních ptáků a jejich prostředí na rybnících Třeboňska, Kardašorečicka a Soběslavska v roce 2020. *Fakulta životního prostředí ČZU v Praze*.
- Musil P., Poláková K., Musilová Z., Čehovská M., Kočicová P., Kejzlarová T., 2016: Význam “alternativní” rybí obsádky pro populace vodních ptáků: příklad rybníka Rod. *Fórum Ochrany Přírody* 3. 19-23.
- Najmanová L., Adamík P., 2007: Ptáci a změny klimatu. *Sylvia* 43. 2–18.
- Neužilová Š., Musil P., 2009: Long-term changes in duck inter-specific nest parasitism in South Bohemia, Czech Republic. *Wildfowl* (zvláštní vydání 2). 176 – 183.
- Neužilová Š., Musil P., 2010: Inter-specific egg recognition among two diving ducks species, common pochard *Aythya ferina* and tufted duck *Aythya fuligula*. *Acta Ornithol* 45. 59–65.
- Owen, M., Black J. M., 1990: *Waterfowl ecology*. Blackie Glasgow and London, Chapman and Hall, New York, 194 s.
- Pavón-Jordán D., Fox A.D., Clausen P., Dagys M., Deceuninck B., Devos K., Hearn R.D., Holt C.A., Hornman M., Keller V., Langendoen T., Ławicki Ł., Lorentsen S.H., Luigujõe L., Meissner W., Musil P., Nilsson L., Paquet J.-Y., Stipniece A., Stroud D.A., Wahl J., Zenatello M., Lehikoinen A., 2015: Climate-driven changes in winter abundance of a migratory waterbird in relation to EU protected areas. *Diversity and Distributions* 21. 571–582.
- Pelayo J.T., Clark R.G., 2002: Variation in size, composition, and quality of Ruddy duck eggs and ducklings. *Condor* 104. 457–462.
- Petržilková A., 2011: Hnízdní parazitismus poláka velkého - proteomická analýza. *Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha*. 62 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Petržilková A., Klvaňa P., Albrecht T., Hořák D., 2013: Conspecific brood parasitism and host clutch size in Common Pochards *Aythya ferina*. *Acta ornithologica* 48(1). 103-108.

- Pietz P. J., Krapu G. L., Buhl D. A., Brandt D. A., 2000: Effects of water conditions on clutch size, egg volume, and hatchling mass of mallards and gadwalls in the Prairie Pothole region. *Condor* 102. 936-940.
- Podhrázský M., Musil P., Musilová Z., Zouhar J., Adam M., Závora J., Hudec K., 2017: Central European Greylag Geese *Anser anser* show a shortening of migration distance and earlier spring arrival over 60 years. *Ibis* 159(2). 352-365.
- Pöysä H., Paasivaara A., 2006: Movements and mortality of common goldeneye *Bucephala clangula* broods in a patchy environment. *Oikos* 115(1). 33-42.
- Rohwer F. C. 1988: Inter and intraspecific relationships between egg size and clutch size in waterfowl. *The Auk* 105. 161–176.
- Roy K., Vrba J., Kaushik S. J., Mraz J., 2020: Feed-based common carp farming and eutrophication: is there a reason for concern?. *Reviews in Aquaculture* 12(3). 1736-1758.
- RStudio Team, 2022: RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio. PBC. Boston. MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Sedinger J. S., Alisauskas R. T., 2014: Cross-seasonal effects and the dynamics of waterfowl populations. *Wildfowl*. 277-304.
- Stephens P. A., Boyd I. L., McNamara J. M., Houston A. I., 2009: Capital breeding and income breeding: their meaning, measurement, and worth. *Ecology* 90(8). 2057-2067.
- Šťastný K., Hudec K., 2016: Fauna ČR, Ptáci 1. Academia, Praha, 790 s.
- Šťovíček O., 2010: Alternativní reprodukční strategie u poláka velkého (*Aythya ferina*). Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha. 62 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Traylor J. J., Alisauskas R. T., 2006: Effects of intrinsic and extrinsic factors on survival of white-winged scoter (*Melanitta fusca deglandi*) ducklings. *The Auk* 123(1). 67-81.
- Tryjanowski P., Kuźniak S., Sparks T., 2002: Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. *Ibis* 144(1). 62-68.

- Wang, J. M., Beissinger S. R., 2009: Variation in the onset of incubation and its influence on avian hatching success and asynchrony. *Animal Behaviour*, 78(3). 601- 613.
- Weller M.W., 1957: An automatic nest-trap for waterfowl. *J. Wildl. Manage.* 21. 456– 458.
- Yom-Tov Y., 2001: An updated list and some comments on the occurrence of intraspecific nest parasitism in birds. *Ibis* 143. 133-143.
- Yom-Tov Y., Geffen E., 2006: On the origin of brood parasitism in altricial birds. *Behavioral Ecology* 17(2). 196-205.

Zdroje obrázků:

Obrázek 2: Polák velký – samec (Sjögren I., 2016: Common Pochard *Aythya ferina* (online) [cit. 2024.03.18], dostupné z < <https://macaulaylibrary.org/asset/204243991> >.

Obrázek 3: Polák velký – samice (Bohdal J., 2006: *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758) - polák velký (online) [cit. 2024.03.18], dostupné z < <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id2402/?taxonid=8469&type=1> >.

Obrázek 4: Polák chocholačka – samec (Mikšík I., *Aythya fuligula* (Linnaeus, 1758) - polák chocholačka (online) [cit. 2024.03.18], dostupné z < <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id7568/?taxonid=8471&type=1> >.

Obrázek 5: Polák chocholačka – samice s mládětem (Putnam C., 2019: Tufted Duck *Aythya fuligula* (online) [cit. 2024.03.18], dostupné z < <https://macaulaylibrary.org/asset/171459131> >.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vliv věku na reprodukční úsilí samic

Tabulka 2: Reprodukční parametry a jejich závislost na věkové kategorii samice (polák velký)

Tabulka 3: Reprodukční parametry a jejich závislost na věkové kategorii samice (polák chocholačka)

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa sledovaných lokalit na Třeboňsku a blízkém okolí

Obrázek 2: Polák velký - samec (Sjögren 2016)

Obrázek 3: Polák velký - samice (Bohdal 2006)

Obrázek 4: Polák chocholačka - samec (Mikšík)

Obrázek 5: Polák chocholačka - samice s mládětem (Putnam 2019)

Obrázek 6: Vliv věku na pravděpodobnost vylíhnutí snůšky samice

Obrázek 7: Vliv věku samice na datum snesení 1. vejce u poláka chocholačky

Obrázek 8: Vliv věku na celkový počet vajec u samice poláka chocholačky

Obrázek 9: Vliv věku samice na počet vlastních vajec u samice poláka chocholačky

Obrázek 10: Vliv věku na počet vylíhlých mláďat u samic poláka chocholačky