

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Časová a prostorová variabilita načasování  
hnízdění poláka chocholačky (*Aythya fuligula*)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomantka: Bc. Nikol Nišová

2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nikol Nišová

Krajinné inženýrství  
Regionální environmentální správa

Název práce

**Časová a prostorová variabilita načasování hnízdění poláka chocholačky (*Aythya fuligula*)**

Název anglicky

**Temporal and spatial variability in timing of breeding season in Tufted Duck (*Aythya fuligula*)**

---

### Cíle práce

Obecně lze předpokládat vyšší reprodukční úspěšnost časněji hnízdících jedinců různých druhů ptáků. Rozdíly v načasování hnízdění ale existují i na mezidruhové úrovni. Polák chocholačka je mezi šesti běžněji pravidelně hnízdícími druhy kachen nejpozdněji hnízdícím druhem v podmínkách střední Evropy. Cílem práce bude analýza prostorové (rozdíly mezi lokalitami) i časové (mezisezónní) variability načasování hnízdění, včetně zhodnocení metodických aspektů sledování tohoto fenoménu, vliv klimatických podmínek (průměrná denní teplota v jarních měsících, NAO index) na načasování hnízdění v zájmovém území (viz níže) Dále bude provedeno srovnání načasování hnízdění poláka chocholačky v různých oblastech hnízdního areálu na základě literárních údajů. Pozdější hnízdění lze předpokládat v chladnějších hnízdních sezónách (nižší teplota v jarních měsících) i v hnízdních sezónách následujících po „tuhých“ zimách a to v důsledku horší kondice samic při nepříznivých podmínkách. U později hnízdících samic lze předpokládat nižší reprodukční úspěšnost při horších potravních podmínkách způsobených poklesem potravní nabídky v rybnících v důsledku zvýšeného vyžírání tlaku kapřích obsádek.

### Metodika

Práce bude založena na vlastním sběru dat v terénu v roce 2019 : sčítání ptáků, zjišťování poměru samců a samic, monitoring samic vodících mláďata, získávání údajů o klimatických podmínkách a potravních podmínkách (zejména průhlednosti vody). Dále budou využity srovnávací údaje shromážděné školitelem a jeho spolupracovníky v uplynulých letech (2004 až 2018) na rybnících Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka. Na základě dostupných literárních údajů bude provedeno porovnání načasování hnízdění v jednotlivých hnízdních sezónách v jednotlivých částech hnízdního areálu. Předpokladem práce je i zpracování literární rešerše na dané téma.

Harmonogram:

- leden – říjen 2019: zpracování literární rešerše
- duben – srpen 2019: terénní práce

- září – prosinec 2019: analýza dat
- prosinec 2019 – duben 2020: příprava textové části diplomové práce



## Doporučený rozsah práce

40 stran

## Klíčová slova

polák chocholačka, načasování hnízdění reprodukční úspěšnost, klimatické podmínky, potravní nabídka

---

## Doporučené zdroje informací

- 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.
- Dunn, P. O. & Møller, A. P. 2014. Changes in breeding phenology and population size of birds. – *Journal of Animal Ecology* 83: 729–739.
- Guillemain, M., Pöysä, H., Fox, A.D., Arzel, C., Dessborn, L., Ekroos, J., Gunnarsson, G., Holm, T.K., 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 not know? *Wildlife Biology* 19: 404–419.
- Osnas, E.E., Zhao, Q., Runge, M.C., Boomer, G.S., 2016. Cross-seasonal effects on waterfowl productivity: Implications under climate change. *J Wildl Manage.* 80: 1227–1241.
- Owen, M. & Black, J.M. 1990. *Waterfowl Ecology*. Blackie, Glasgow and London, 196 s.
- Pavón-Jordan, D., Santangeli, A. & Lehikoinen, A. 2017. Effects of flyway-wide weather conditions and breeding habitat on the breeding abundance of migratory boreal waterbirds. *Journal of Avian Biology* 48: 988–1996.
- Warren, J.M., Cutting, K.A., Takekawa, J.Y., De La Cruz, S.E., Williams, T.D., Koons, D.N. 2014. Previous success and current body condition determine breeding propensity in lesser scaup: evidence for the individual heterogeneity hypothesis. *Auk* 131:287–297.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

## Vedoucí práce

doc. RNDr. Petr Musil, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie

## Konzultant

Mgr. Zuzana Musilová, PhD

Elektronicky schváleno dne 7. 2. 2019

**doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 29. 06. 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Časová a prostorová variabilita načasování hnízdění 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 diplomové 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 .....

.....

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce doc. RNDr. Petrovi Musilovi, Ph.D. a konzultantce Mgr. Zuzaně Musilové, Ph.D., za příležitost, podílet se na tomto projektu.

V Praze dne .....

.....

# Časová a prostorová variabilita načasování hnízdění poláka chocholačky (*Aythya filugula*)

## Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o hnízdění poláka chocholačky (*Aythya fuligula*), sleduje průběh hnízdění na 175 rybnících v oblastech Třeboňska, Soběslavska a Kardašověčicka.

Literární přehled této práce se zaměřuje na obecné poznatky o tomto druhu kachny, jako jsou např. vzhled, hnízdní prostředí, potrava či predace. Jsou zde předloženy i významné faktory, které mohou svým způsobem ovlivnit načasování hnízdění.

Terénní sběr dat probíhal od roku 2004, každoročně od poloviny dubna do poloviny srpna až do roku 2019. Systematický sběr dat spočíval v detekci hnízda, jeho zaznamenání a pravidelných kontrolách hnízd.

Načasování hnízdění (tj. datum snesení 1. vejce) se v průběhu sledovaného období měnilo, přičemž polák chocholačka začíná hnízdit ve sledovaném období dříve, což platí zejména pro hnízdní sezóny s vyšší teplotou. V průběhu hnízdní sezóny dochází k poklesu počtu snesených vajec i vylíhlých mláďat.

**Klíčová slova:** polák chocholačka, načasování hnízdění, reprodukční úspěšnost, klimatické podmínky, potravní nabídka

# Temporal and spatial variability of timing of breeding Tufted duck (*Aythya fuligula*)

## Abstract

This thesis is aimed at breeding of Tufted Duck (*Aythya fuligula*), on 175 ponds in fishpond regions near towns Třeboň, Soběslav and Kardašova Řečice.

The literature review of this thesis summarizes general knowledge about this species of duck, such as appearance, breeding biology, habitat selection, feeding ecology and predation. Significant factors that may affect the timing of breeding are also presented here.

Field data sampling carried out between 2004 and 2019 from mid-April to mid-August, including nest search, recording and regular visits.

There were found changes in timing of breeding (i.e. the 1st egg laying), when Tufted Duck females started to breed earlier in study area. This pattern is more pronounced especially in breeding season with warmer temperature. Clutch size as well as number of hatched duckling decreased during breeding season.

**Keywords:** Tufted duck, timing of breeding, reproductive success rate, climate conditions, food offer



## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	- 10 -
<b>2. Literární přehled</b> .....	- 11 -
<b>2.1. Vzhled a poznávání v přírodě</b> .....	- 12 -
<b>2.2. Hnízdní prostředí</b> .....	- 13 -
<b>2.3. Hnízdo</b> .....	- 15 -
<b>2.4. Rozšíření v České republice</b> .....	- 15 -
<b>2.5. Faktory ovlivňující časovou i prostorovou variabilitu načasování     hnízdění</b> .....	- 17 -
<b>2.5.1. Migrace</b> .....	- 17 -
<b>2.5.2. Klimatické podmínky</b> .....	- 19 -
<b>2.5.3. Potrava</b> .....	- 22 -
<b>2.5.4. Predace snůšky</b> .....	- 23 -
<b>2.5.5. Vliv potravní nabídky</b> .....	- 25 -
<b>2.5.6. Význam rybnických ostrůvků</b> .....	- 26 -
<b>2.5.7. Příčiny změn početnosti</b> .....	- 27 -
<b>3. Cíle DP</b> .....	- 27 -
<b>4. Metodika</b> .....	- 28 -
<b>4.1. Studovaná oblast</b> .....	- 28 -
<b>4.2. Historie a dostupné možnosti monitoringu</b> .....	- 29 -
<b>4.3. Terénní sběr dat</b> .....	- 31 -
<b>4.4. Odchyt kachen</b> .....	- 34 -
<b>4.5. Klimatické a povětrnostní podmínky ve studované oblasti</b> ..	- 34 -
<b>5. Výsledky</b> .....	- 35 -
<b>6. Diskuse</b> .....	- 40 -
<b>7. Závěr a přínos práce</b> .....	- 43 -
<b>8. Přehled literatury a použitých zdrojů</b> .....	- 45 -

## 1. Úvod

Reprodukce je nejnáročnější fází životního cyklu, kdy ptáci musejí zvládnout zásadní aktivity zajišťující produkci mláďat v průběhu několika měsíců, od výběru hnízdiště, páření, tvorby hnízda, snášení vajec, inkubace, následnou péči o potomky až po tah na zimoviště. Zejména ve vysokých zeměpisných šířkách se vyskytují kachny, kterým stačí pár dní na tvorbu hnízda. Naopak jsou druhy, kterým trvá několik týdnů, se řádně připravit na hnízdění (Newton 2008).

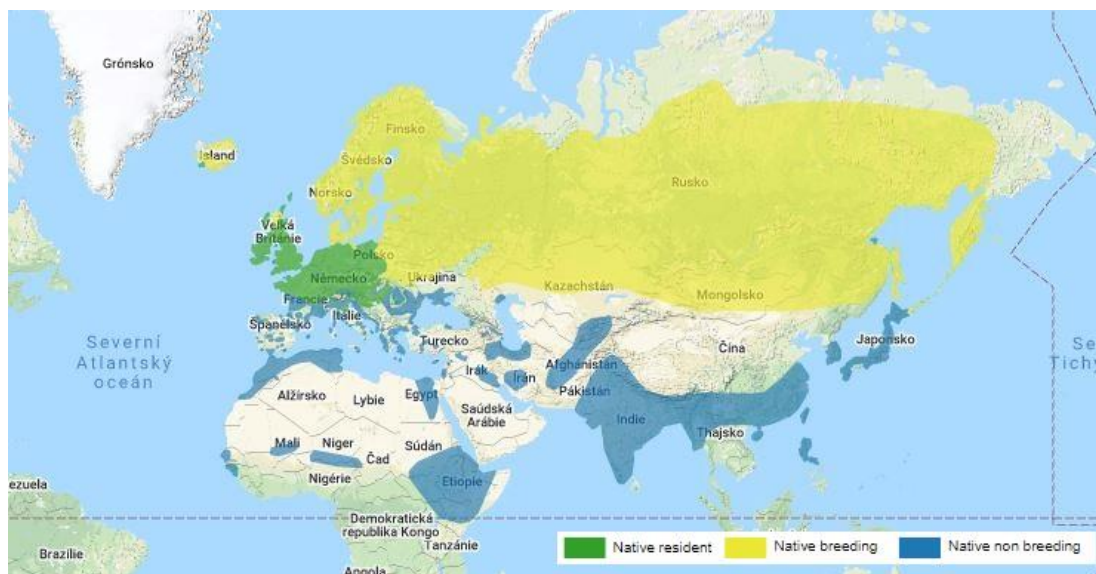
Vrubozobí ptáci jsou jednou z mála skupin, kteří tvoří své páry již v zimním období, několik měsíců před vlastním rozmnožováním. Vhodné potravní podmínky na zimovišti představují 58 % úspěšnost hnízdění. Tvorba páru již v zimním období má pozitivní vliv na kondici samice během hnízdění, která již nemusí trávit čas hledáním vhodného partnera, ale veškeré své úsilí může vložit do hledání potravy. Studie uvedená v knize Owena & Blacka (1990) uvádí, že kachny tmavé (*Anas rubripes*) začínají s tvorbou párů v momentě, kdy je dostatek potravní nabídky. Dle McKinneyho (1986 ex Owen & Black 1990) se u kachen často vyskytuje zkušební období, ve kterém se noví partneři účastní sociálních interakcí, kdy mimo jiné zde dochází až k agresi vůči sousedským párům. Kachny v párech mají lepší přístup ke kvalitnější potravě. Samec automaticky profituje z úspěšného páru, pokud je zaručeno jeho budoucí otcovství. Samice mívají výhodu, mohou díky dřívějšímu načasování shromáždit větší rezervy v tělesných zásobách, až několik týdnů před hnízděním.

Hnízdění je u mnohých kachen načasováno tak, aby se mláďata líhla v době, kdy je potravy dostatek („optimální čas“). Mláďata tak mají možnost se rychleji zapojit do sběru potravy. Samozřejmě tento stav potravy musí být i těsně před líhnutím, aby samice měla dostatek energie na inkubaci, mohla kompenzovat ztráty hmotnosti, k nimž v této fázi hnízdění u samice dochází, a následně úspěšně zvládnout péči o mláďata. Např. v tropech, po období dešťů, se vyskytují nová potravní

stanoviště a některé kachny na tento jev reagují velmi rychle a během několika dnů začnou tvořit snůšku. U některých hus je optimální čas na snůšku, až po dosažení určité fotoperiody. Např. berneška havajská (*Branta sandvicensis*) začne hnízdit až v době, kdy je na jejím hnízdišti minimálně 13,8 hodin denního světla. U většiny druhů však existuje mezi jednotlivci variabilita načasování a jen některé páry se „trefí“ do optimálního času. Synchronizace načasování hnízdění se u různých druhů liší. Dostatek vody, která je hlavním prvkem v prostředí pro vodní ptáky, je nedílnou součástí hnízdiště a zároveň je klíčovým prvkem v úspěšnosti hnízdění. Sněhová pokrývka může zpozdit hnízdění, čímž je ohrožen úspěch hnízda. Naopak období sucha může i zcela potlačit potřebu rozmnožování (Cramp & Simmons 1977, Owen & Black 1990).

## 2. Literární přehled

Polák chocholačka (*Aythya fuligula*, Linnaeus 1758) patří do řádu vrubozubí, čeledi kachnovití. Měří cca 40 cm, je středně velká a nejběžnější potápivá kachna v Evropě (Chinery 1998). Velikost globální populace se odhaduje na necelé 3 000 000 jedinců, evropská populace čítá slabých 750 000 párů. Celková rozloha výskytu populace se přibližuje 35 000 000 km<sup>2</sup> zahrnující Island, Evropu, oblast severní a Střední Afriky, Rusko přes Indii a jižní Čínu, až po Japonsko, viz obr. 1 (Birdlife International 2019). Polák chocholačka zároveň patří mezi pravidelně a hojně hnízdící druhy v České republice (Šťastný & Hudec 2016).



Obr. 1, výskyt poláka chocholačky (Birdlife International 2019).

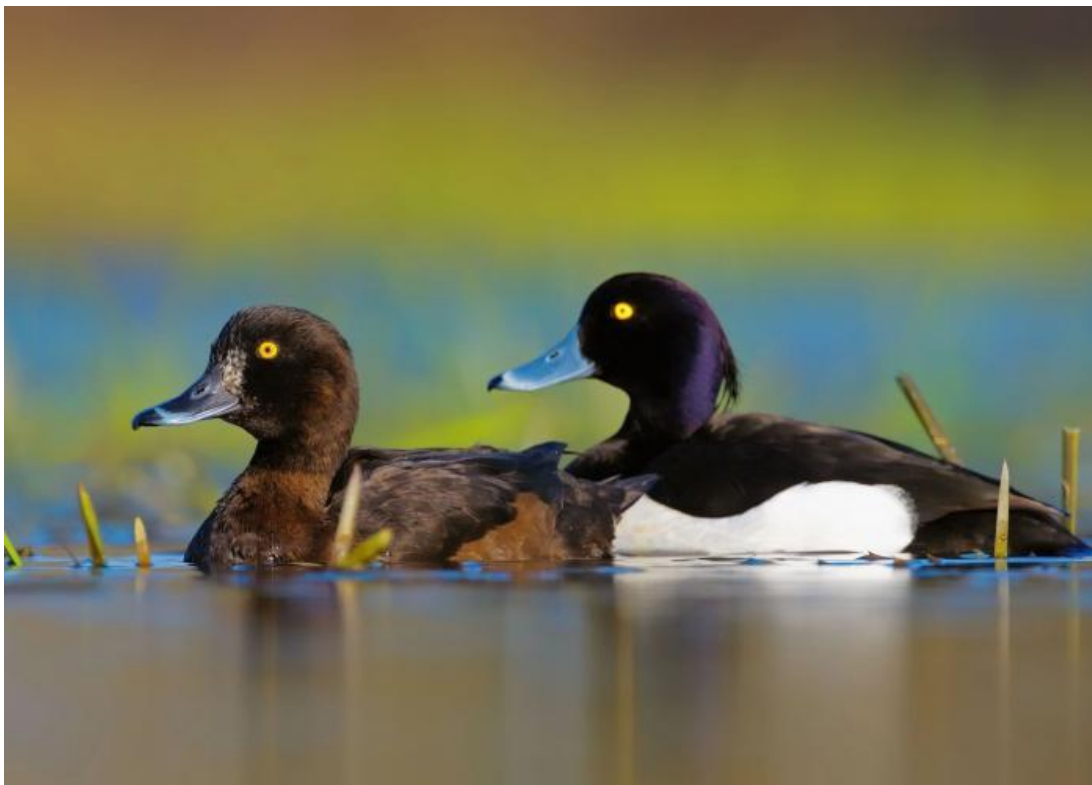
## 2.1. Vzhled a poznávání v přírodě

Mláďata mají šat podobný jako prostý šat samice. Zobák mají šedý s černým nehtem. Mladé samice mají svrchní stranu křídel světlejší s hnědobílými skvrnami u zobáku.

Samčí svatební šat má černé zbarvení se zeleným nebo fialovým odleskem. Samec má na hlavě černá prodloužená splývající pera (dle tohoto poznávacího znamení nese svůj název chocholačka). Duhovku má černožlutou, zobák černošedý s nevýrazným bílým páskem před černým nehtem. Na bocích a břichu mají pera bílé zbarvení. V letu je patrný bílý pruh na křídlech (viz obr. 2). Prostý šat se podobá svatebnímu, ovšem prodloužená pera na hlavě jsou kratší a má šedohnědé boky. Samci pelichají na křídlech a ocase od konce června do září, v té době (cca 3-4 týdny) nejsou schopni pořádného letu, od května do července opelichá zbytek těla.

Samice má ve svatebním šatu tmavě hnědou až černou hlavu se žlutou duhovkou. Možný bělavý pruh kolem modrošedého zobáku s černým nehtem, krk má zrzavý nádech. Boky má samice rezavohnědé a břicho bílé (viz obr. 2). V prostém šatu má břicho šedohnědé nebo

rezavohnědé. Samice mění své letové peří o něco později, přesněji od července do listopadu, zbytek těla včetně ocasu pelichá v rozmezí od března do září (Cramp & Simmons 1977, Kear 2005, Scott & Rose 1996, Šťastný & Hudec 2016).



Obr. 2, samec a samice poláka chocholačky (Pairi Daiza © 2020).

## 2.2. Hnízdní prostředí

Tato kachna vyhledává vhodné lokality k hnízdění v místech se stojatou nebo mírně tekoucí vodou a s dostatečnou průhledností vody, díky které se mohou potápět za potravou, jako jsou rybníky, nádrže s rozsáhlou pobřežní vegetací, jezera, řeky a zřídka kdy na moře. Dokáže hnízdit i v poměrně menších nádržích. Polák chocholačka hnízdí napříč celým Palearktickým regionem. Dle Havlína (1965) hnízdí polák chocholačka častěji na souši v bezprostřední blízkosti vody. Ze 249 studovaných jedinců si 162 z nich, umístili hnízda v bezprostřední blízkosti vody, 64 jedinců hnízdilo na ostrůvcích (27 hnízd ve vzdálenost do 5 metrů

od vody) a pouze 23 jedinců na suchém břehu (převážně do jednoho metru od vody). Jedno hnízdo bylo nazeleno dokonce necelých 100 metrů od nejbližší vody. Cramp & Simmons (1977) jsou toho názoru, že v hnízdním období upřednostňují ostrůvky, obvykle blízko vodní hladiny, poté je aktivita na souši jen mírná. Naopak v zimním období upřednostňují jezera, nádrže, řeky a přílivová ústí řek, vyhýbajíc se velkým vlnám. Dle Hudce (1994) je potrava poláka chocholačky tvořena ze tří čtvrtin živočišnou složkou, což mu umožňuje hnízdit v těsné blízkosti okolních hnízd. Často hnízdí na rybníčních ostrůvcích sdílených hlavně s koloniemi racků chechtavých (*Larus ridibundus*), kteří nepřímo fungují jako poplašný systém, který kachnu upozorní na blížící se nebezpečí (Šťastný & Hudec 2016). Havlín (1971) při své studii z let 1966-1970 na Náměšťských rybnících, resp. na největším zdejším rybníku Dubovec s rozlohou cca 30 ha, zjistil v průměru 63,4 % úspěšnost hnízd. Úspěšnost vylíhnutých vajec na největším rybníku byla sledována u 816 případů (55 % úspěšnost), na zbývajících rybnících v této lokalitě (24 rybníků) bylo 512 úspěšně vylíhnutých vajec (64 % úspěšnost) a v širším okolí se úspěšně vylíhlo 45 vajec (69 % úspěšnost). Liordos & Lauder (2015) zkoumali hnízdní úspěšnost poláka chocholačky na Skotském jezeře Loch Leven. Ze 73 sledovaných hnízd, u 13 hnízd chyběla data, proto do konečného vzorce použili pouze 60 hnízd. Na základě výsledků zjistili úspěšnost hnízdění poláka na 79,5 %. Dále zjistili, že na úspěšnost hnízda mělo vliv i vhodně zvolené místo, tzn., že úspěšnost hnízda se zvyšovala s blízkostí ke středu kolonie, to potvrzuje i Coulson (1968), který ve své studii zjistil, že hnízdící páry s vyšší kvalitou, věkem i kondicí, mají tendenci obsadit atraktivnější místa v centrální části kolonie a méně kvalitní jedince přesunou na méně příznivý okraj. Tím pádem hnízda na okrajích kolonií byla více vystavena riziku predace.

### 2.3. Hnízdo

Svá hnízda staví pouze samice a obvykle je staví na zemi v bohatě pokryté vegetací nebo v bažinatých porostech bezprostředně obklopených vodou. Hnízdo má podobu malé prohlubně, která je vystlána rostlinným materiálem z bezprostředního okolí. V pozdější fázi hnízdění je výstelka hnízda obohacena i o prachové peří samice. Hnízdo může být zakryto pod stříškou vytvořenou z okolní vzrostlé vegetace, a to buďto ohnutím nebo zlomením okolních stonků či listů (Šťastný & Hudec 2016). Polák chocholačka snáší obvykle 8 až 11 vajec (Cramp & Simmons 1977, Havlín 1965). Samec se na stavbě hnízda nepodílí, ale zdržuje se poblíž a doprovází samici při sběru potravy až do pozdní fáze inkubace (Musil et al. nepublikováno). Samice zahajuje inkubaci snůšky po snesení posledního vejce, kdy je snůška kompletní (Cramp & Simmons 1977, Musil et al. nepublikováno, Šťastný & Hudec 2016). Samice vodí mláďata cca 29-42 dní a poté je opouští (Kejzlarová 2014). Dle Robinsona (2005) má kachna jednu snůšku za hnízdní sezónu, pokud ji ovšem ztratí, často naklade náhradní. Cramp & Simmons (1977) a Havlín (1965) uvádějí pokles velikosti snůšky v průběhu sezóny. A Cramp & Simmons (1977) jsou toho názoru, že dospělé samice konkurují svojí matce na její hnízdní lokalitě.

### 2.4. Rozšíření v České republice

V České republice je na 20 000 rybníků pokrývajících 50 00 ha, přičemž tyto rybníky představují běžný mokřadní typ. Během generacemi prováděných úprav vznikaly do dnešní podoby jako mělké eutrofní vodní útvary, které jsou vhodné pro chov, odpočinek i migraci vodních ptáků. Vhodné rybníky pro chov jsou takové, kde hustota rybí obsádky je menší než 400 kg/ha, maximálně přípustná však 700 kg/ha (Pykal & Janda 1994) a průhlednost vody větší jak 50 cm (Musil 2006a).

První důkaz o hnízdění poláka chocholačky na našem území zaznamenal Čapek v letech 1914-1915. Z jižních a jihozápadních Čech

jsou první důkazy o hnízdění z období let 1931—41 na Budějovicku, Vodňansku, Blatensku a Horažďovicku (Musil 2006b, Šťastný & Hudec 2016).

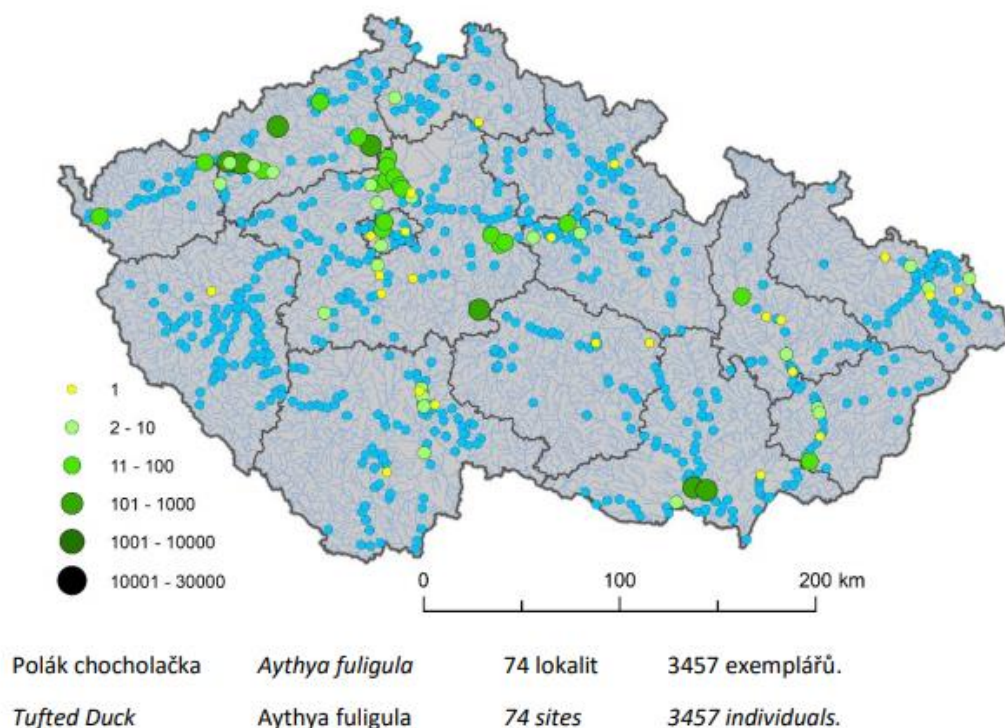
Původně severský druh se do České republiky rozšířil během druhé poloviny 19. stol. a především první poloviny 20. stol (Musil et al. 2016, Šťastný & Hudec 2016). Chocholačka hnízdí na většině území České republiky, a to jak v nížinách, tak i značně vysoko na rašelinných jezírkách (Šťastný et al. 2006). Prvně objevený hnízdní pár byl pozorován v roce 1914 na náměšťských rybnících (Černý 1943 ex Šťastný & Hudec 2016, Hudec 1994). Na Budějovicku, Vodňansku a Blatensku byly zaznamenány první důkazy o hnízdění v letech 1931 až 1941 (Černý 1943 ex Šťastný & Hudec 2016). Polabská nížina byla osídlena v letech 1935-1937. Na Ostravsku byl 1. hnízdní pár pozorován roku 1955 (Šťastný & Hudec 2016).

V 70. letech se polák chocholačka stal nejpočetnějším hnízdním druhem potápivých kachen (Musil et al. 2001, 2016). Dle Šťastného & Bejčka (1984) chocholačka na Třeboňsku hnízdila v letech 1978-79 na 13 rybnících (ze 14 sledovaných) a 52 ostrovech (z 59 sledovaných) a podílela se na zhruba 30 % všech nalezených hnízd. Výrazný pokles početnosti poláka chocholačky na Třeboňsku (Musil 1998), byl zaznamenán v druhé polovině osmdesátých let minulého století, a to na pouhých 30 % jedinců (Musil 2006a). Později početnost hnízdní populace poláka chocholačky klesla až na 15 % původního stavu z počátku 80. let (Musil et al. 2019b).

Dle Šťastného et al. (2006) dosahovala velikost hnízdní populace poláka chocholačky v ČR v letech 2001-2003 12 000-24 000 párů. V době zimování byla podle Mezinárodního sčítání vodních ptáků v ČR v letech 2010 až 2019 zjištěna zimující početnost populace poláka chocholačky v rozmezí 3457-5668 jedinců, přičemž nejvyšší počet byl zaznamenán v roce 2018; třetí nejvyšší počet v historii sčítání. (Musilová et al. 2014, in litt). Počet jedinců nalezených v jižních Čechách v lednu 2014 byl pouhých 6 exemplářů.



V roce 2019 bylo zjištěno 3 457 jedinců, z toho 1690 na přehradách, 1081 na průmyslových vodách, 668 na řekách a pouhých 18 jedinců na rybnících, viz obr. 3 (Musilová et al. 2019).



Obr. 3, distribuce poláka chocholačky při Mezinárodním sčítání vodních ptáků v lednu 2019 (Musil et al. 2019a).

## 2.5. Faktory ovlivňující časovou i prostorovou variabilitu načasování hnízdění

### 2.5.1. Migrace

Stěhovavé druhy vodních ptáků vykazují určitou flexibilitu při volbě zimoviště, které může souviset se změnami povětrnostních podmínek (teplota, rychlost větru), které mají dopad na termoregulační náklady jednotlivců. Změna klimatu může podporovat kolonizaci nových oblastí, které doposud představovaly nevhodné podmínky např. pobřeží Baltského moře, kde dříve bylo nemožné zimovat kvůli ledové

pokryvce. Také ovšem může docházet k tomu, že dříve hojně využívané lokality se stanou nevhodnými (přílišné sucho). Oba procesy mohou vést ke změnám rozložení zimujících oblastí (Lehikoinen et al. 2013, Pavón Jordán et al. 2019). Polák chocholačka je palearkticky rozšířený druh, tj. jeho areál výskytu se rozkládá v oblasti s rozlohou 52 000 000 km<sup>2</sup> a zahrnuje evropský kontinent, sever Asie po úpatí Himálají, severní Afriku včetně Sahary a Kanárských ostrovů a Arabský poloostrov. Nejdůležitější oblastí pro zimování jsou mělké zátoky a laguny podél severovýchodního pobřeží Německa a západního Polska (Scott & Rose 1996, Gilissen et al. 2002). Na základě rozšíření a migračních tras byly definovány tři známé hlavní zimující oblasti, na jejichž základě byly definovány jednotlivé tahové populace: 1. Severozápadní Evropa, kde zimuje cca 1 200 000; 2. střední Evropa, oblast Černého a Středozemního moře, kde zimuje 600 000 jedinců a 3. oblastí je jihozápadní Asie a severovýchodní Afriky s velikostí populace 200 000 jedinců. Tyto tři oblasti se částečně vzájemně překrývají (Monval & Pirot 1989, Scott & Rose 1996, Wetlands International 2020). Dle červeného seznamu ohrožených druhů BirdLife International (2015) čítala evropská populace okolo 740 000 párů, zimující populace v Evropě čítala přibližně 1 910 000 jedinců. Podzimní migrace začíná v září a severní oblasti jsou zcela opuštěny na přelomu října a listopadu. Na zimoviště přilétají kachny od začátku října, přičemž maximální hodnoty jsou stanoveny na leden a únor.

Je všeobecně známo, že jarní migrace ptáků, je spolehlivým indikátorem přicházejícího jara. V mírných zimách začíná jarní migrace již koncem února, v západní a střední Evropě je většina kachen na hnízdišti v polovině dubna. Z nejsevernějších zimovišť se kachny přesunou na hnízdiště až v polovině května. Gilissen et al. (2002) jsou toho názoru, že v jihozápadní Asii zimují kachny ze střeoevropské hnízdící oblasti. V severozápadní Evropě byl zaznamenán rychlejší nárůst zimující populace oproti střední Evropě, kde byl (v posledních několika letech) patrný mírný pokles (Wetlands International 2020).

Nejvíce poláků chocholaček zimovalo v letech 2000-2005 v Německu (325 000 jedinců), v Holandsku v letech 2006-2010 (220 000 jedinců) a ve Švýcarsku v letech 1982, 1997 a 2010 (211 631 jedinců). Během let 1980–2010 se zimoviště posunula severovýchodním směrem, zároveň byl zaznamenán pokles početnosti na zimovištích na jihozápadní straně (Lehikoinen et al. 2013). Zvýšení počtu v severozápadní Evropě je zdůvodňováno přizpůsobivostí kachen novým stanovištím, převážně vytvořeným člověkem, jako jsou nádrže a přehradní jezera a kolonizací této oblasti nově se šířícími druhy měkkýšů např. mlžem velevrubem nadmutým (*Unio tumidus*). V této oblasti je chocholačka poměrně široce rozptýlena. V oblasti střední Evropy lze nalézt zimující koncentrace kachen v Deltě Dunaje v Rumunsku a v ústí řeky Ob v Rusku (Scott & Rose 1996).

### 2.5.2. Klimatické podmínky

Klima je definováno jako dlouhodobý režim počasí (Kalvová et al. 2011), které působí na velkém území a tím pádem ovlivňují velké množství abiotických i biotických složek životního prostředí (mezi abiotické složky lze zařadit mimo jiné sluneční záření nebo vodu, zatímco biotické složky představují živé organismy např. vodní ptáky). Při zjišťování konkrétního vztahu mezi ptačí fenologií a klimatem mohou být užitečnými nástroji klimatické indexy. Pro severní polokouli, včetně ČR, je zásadní index severoatlantská oscilace (North Atlantic Oscillation Index = NAO Index), jehož hodnoty jsou vypočítávány na základě rozdílů tlaků na úrovni mořské hladiny mezi Azorskou tlakovou výší a tlakovou níží nad Islandem. Stav této cirkulace dále ovlivňuje proudění větrů mezi 40° a 60° severní šířky, rozložení vlhkosti vzduchu, distribuci srážek či bouřek, povrchovou teplotu oceánů aj. Dostupnost hodnot NAO indexu sahá až do 19 století, a proto je NAO index vhodnou proměnnou při studii vlivu klimatu na organismy (Najmanová & Adamík 2007).

Mezi lety 2006-2015 se zvýšila globální průměrná povrchová teplota o 0,86 °C ve srovnání s lety 1850-1900. Nižší míra (pomalejší a menší) klimatických změn zvyšuje schopnost přírodních systémů přizpůsobit se těmto změnám, což má značné výhody pro suchozemské, pobřežní, mokřadní, sladkovodní i oceánské ekosystémy (IPCC 2019). Předpokládané změny klimatických podmínek ovlivňují vodní ptáky v rámci početnosti, průběhu hnízdění, fenologii – načasování migrace ať ke hnízdišti nebo k zimovišti, změn posouvání oblastí výskytu severním, severovýchodním a východním směrem až do vyšší nadmořské výšky (Skuhrová 2009). Pavón-Jordán et al. (2019) ve své studii zjistili, že vyšší hodnoty NAO indexu značí mírné a mokré zimy v západní a severní Evropě, ale také sušší zimy v jižní Evropě. V takových zimách (vyšší hodnoty NAO indexu) dochází k posunům populací ptáků severovýchodním směrem, naopak záporné hodnoty NAO indexu byly spojovány s přesuny populací z obvyklých zimovišť Severního a Baltského moře více na jihozápad. Zjištěný dlouhodobý trend posunu populací mezi lety 1990-2003 naznačuje, že od 90. let dvacátého století se populace posunovaly severovýchodním směrem. Tento trend naznačují i výsledky Lehikonena et al. (2013), kteří ve své studii demonstrují posuny tří druhů vodních ptáků, a to poláka chocholačky, hohola severního (*Bucephala clangula*) a morčáka velkého (*Mergus merganser*), u nichž je největší pravděpodobnost, že reagují na změnu teploty a v důsledku těchto změn mění zimní rozšíření. Posuny byly zaznamenány severovýchodním směrem během let 1980-2010. Tyto posuny souvisí se zvýšením teploty na začátku zimy v severovýchodní části zimoviště o 3,8 °C, kde se početnost ptáků zvýšila. To odpovídá poklesu početnosti ptáků na jihozápadním okraji zimoviště, celkem o 104 00 jedinců. Tato změna se nejvíce prokázala v posledních 20 letech studie. Najmanová & Adamík (2007) jsou však toho názoru, že je obtížné doložit posuny areálů severním směrem důsledkem klimatických změn.

Klimatické změny se v závislosti na geografickém měřítku do značné míry liší. Teploty v různých lokalitách jsou rozdílné, čili v některých lokalitách a za určitých teplotních podmínek, se tah ptáků může urychlit, v jiných lokalitách zas oddálit. Při kratší migrační vzdálenosti je pták vystaven podobným klimatickým podmínkám, jaké panují jak na zimovišti, tak na hnízdišti. Naopak ptáci s delší migrační vzdáleností, nemohou dopředu odhadnout, jaké podmínky na hnízdišti budou panovat, protože teplotní podmínky na zimovišti a na hnízdišti se v důsledku značné migrační vzdálenosti liší. Nelze tedy přesně a jednoznačně určit, zda klimatické změny ovlivňují tahy ptáků k dřívějším datům. Najmanová a Adamík (2007) jsou toho názoru, že vyšší teploty ovlivňují ptáky k dřívějšimu odletu na hnízdiště a k dřívějšimu hnízdění. Obecně lze říci, že při vhodných povětrnostních podmínkách, se mohou ptáci rychleji přesunout na hnízdiště a začít hnízdit dříve (Podhrázský et al. 2017).

Hnízdění je pro vodní ptáky nejdůležitějším obdobím roku, které zahrnuje hledání vhodného partnera i teritoria, páření, kladení vajec, inkubace, líhnutí a následná péče o potomky (Najmanová & Adamík 2007). Jeho správné načasování má zásadní vliv na úspěšnost hnízdění a může být ovlivněno i dostupností optimální potravy. Dle Cricka (2004) má na načasování migrace na hnízdiště vliv vyšší teplota, ta může ovlivnit hnízdění mnoha mechanismy. Může ovlivnit i větší dostupnost potravy, což urychlí počátek hnízdění a zároveň pokud již rodiče krmí svá mláďata, má vyšší teplota vliv i na hnízdní úspěšnost. Teplota může mít také přímý vliv na energetické požadavky samice, neboť energie potřebná pro termoregulaci a metabolické nároky se mění s teplotou okolí. Příliš nízké teploty vyžadují od hnízdících samic větší energetický výdej na inkubaci snůšky a zahřívání vylíhlých mláďat, která nemají schopnost termoregulace a hrozí jim smrt podchlazením (Netwon, 1998).

### 2.5.3. Potrava

Dle Folka (1971) stráví polák chocholačka 61 % celodenního cyklu sběrem potravy, z toho 54,5 % potápěním a 6,5 % přesuny po vodě (plaváním). Zbylých 39 % zůstává pro odpočinek, přemístění a jiné aktivity. Schopnost potápění do hloubky až 14 m, umožňuje polákům využití hlubších a otevřenějších vodních ploch, často bez plovoucí i okrajové vegetace a mělkého porostu. Zpravidla se vyhýbá místům s hloubkou 15 m a více, ovšem pokud není v místě rozsáhlá mělká zátoka, kde se může potápět (Cramp & Simmons 1977). Polák chocholačka se živí především živočišnou potravou. Ta je tvořena převážně měkkýši (např. *Lymnaea*, *Unio*), larvami chrostíků (*Phryganea grandis*) a vážek, brouky a jiným hmyzem. Draulans (1982 ex Owen & Black 1990) ve své studii zjistil, že polák chocholačka se soustřeďuje v místech, kde je nejvyšší hustota výskytu slávek jedlých (*Mytilus edulis*), má tedy prostor vybrat si větší jedince, které kachně zajistí vyšší přísun energie. Při nižší hustotě výskytu slávek vzrůstá význam času potřebného pro vyhledání vhodné mušle, takže pro kachnu bylo efektivnější strategií zaměření se na jednu nejbližší slávkou. V rostlinné potravě se vyskytují semena rdestů, bahniček, skřípin, dále pak hlohu, bezu a zřídka kdy i semeny některých dřevin (olše). Polák chocholačka často navštěvuje i krmítka kachen chovaných na rybnících. Mláďata se až ze 70 % živí převážně živočišnou potravou (Šťastný & Hudec 2016). Giles (1990) je toho názoru, že potrava čerstvě vylíhlých mláďat se naopak skládá spíše ze semen sebraných z hladiny, jelikož se mláďata ještě neumějí tak potápět. Až starší kachňata se živí převážně živočišnou stravou (larvami pakomárů a měkkýši). Za potravou se polák chocholačka převážně potápí, a to s velkou frekvencí, do značné hloubky a na delší dobu (Šťastný et al. 2006). Cramp & Simmons (1977) uvádějí, že složení stravy závisí na výběru lokality i ročním obdobím, v závislosti na dostupnosti hojnosti potravy. Polák chocholačka se dokáže přizpůsobit existujícím trofickým podmínkám v dané lokalitě výskytu. V pobřežních oblastech

v potravě převládají měkkýši, zatímco ve vnitrozemí převládá spíše rostlinná složka potravy, zejména semena. Olney (1963) studoval obsah 95 žaludků poláka chocholačky v rozmezí let 1959-1961 v Severním Irsku a Anglii. Živočišná strava průměrně tvořila 88,9 % potravy a nacházela ve všech studovaných exemplářích. Rostlinná složka potravy se nacházela pouze u 45 % studovaných exemplářů. Stáří ani pohlaví studovaných jedinců nemělo signifikantní vliv na výběr potravy. Složení potravy bylo ovlivněno dostupnou potravní nabídkou.

#### 2.5.4. Predace snůšky

Drdová a Hampl (2008) řadí mezi nejvýznamnější predátory ptačích hnízd na našem území např. prase divoké (*Sus scrofa*). Tento druh má v České republice hojné zastoupení, je velice adaptabilní a dokáže úctyhodně plavat. V noci za svou potravou urazí i 40 km (Mačát 2008). Vzhledem k tomu, že se jedná o všežravce, jeho potravní spektrum je široké, od semínek rostlin po vejce a mláďata ptáků. Potkan obecný (*Rattus norvegicus*) obývá břehy vodních ploch a bažiny zarostlé rákosím. Největší problém představují potkani zavlečení na ostrovy (Martin et al. 2000), kde dokáže razantně omezit hnízdní populaci vodních ptáků či dokonce zcela lokálně vyhubit. Mezi další potencionální predátory patří moták pochop (*Circus aeruginosus*). Ten si za potencionální kořist vybírá přednostně slabé či zranitelné jedince a to tak, že přelétá nad vysokou vegetací a zaměřuje se na okrajové porosty nádrží (Fritz et al. 2000), dále může predovat i snůšky a vylíhlá mláďata (Hudec & Šťastný 2005). V neposlední řadě také Drdová a Hampl (2008) uvádějí jako predátora vránu obecnou (*Corvus corone*), která využívá nepřítomnosti rodičů na hnízdech, která následně preduje. Autoři dále zjistili, že v případě intenzivního vyrušení hnízdních rodičů, např. člověkem, dvě vrány využily příležitosti nehlídaného hnízda a odnesly z něj pět vajec během pouhých 11 minut. Hill (1984) ve své studii získal důkazy o tom, že zvyšující se hustota hnízd na jednom místě zapříčiňuje větší procento predace než u hnízd,

ležela ve větší vzájemné vzdálenosti. Dále ve své studii uvedl tři druhy predátorů, kteří predovali sledovaná hnízda (kachny divoké a poláka chocholačky), a to vránu obecnou, potkana obecného a straku obecnou (*Pica pica*).

U poláka chocholačky je velmi častý intraspecifický (vnitrodruhový) i interspecifický (mezidruhový) hnízdní parazitismus (Yom- Tov 2001). Frekvence vnitrodruhově parazitovaných hnízd je podle Johnsgarda (1997 ex Bažant 2011) 10-20 %, z práce Bažanta (2011) ovšem vyplývá, že vnitrodruhový parazitismus byl prokázán skoro u poloviny sledovaných hnízd (celkem 63 parazitovaných snůšek). Parazitovány jsou především snůšky těžších samic, z čehož vyplývá, že parazitující samice si hnízdo nevybírání náhodně. Může to být způsobeno tím, že těžší samice je v lepší kondici, vybírá si lepší místo pro hnízdění a má vyšší pravděpodobnost úspěšné inkubace. Bažant (2011) dále zjistil, že u 22 % z celkových 71 zkoumaných hnízd byl prokázán mezidruhový parazitismus a to polákem velkým (*Aythya ferina*). V podmínkách Třeboňska bylo parazitováno 9 % hnízd (z celkových 641 kontrolovaných hnízd) poláka velkého a pouze 4,5 % hnízd (ze 749 kontrolovaných hnízd) poláka chocholačky (Musil et al. 2017). To může být způsobeno tím, že polák chocholačka nemá takové možnosti parazitování, jelikož hnízdí později než polák velký (Hudec 1994). Musil & Neužilová (2009) zaznamenali během let 1999-2007 v jižních Čechách 1319 hnízd kachen, a v 8,4 % byla vejce poláka chocholačky nalezena v hnízdě jiného druhu. Ve stejném časovém rozmezí zaznamenali u 294 hnízd poláka chocholačky 5,4 % parazitismus, kdy vlastní snůška obsahovala i vejce jiného druhu. Stejní autoři v roce 2010 publikovali studii, ve které sledovali 45 hnízd s přidaným jedním až třemi experimentálními parazitickými vejci kachny divoké. U 25 hnízd byla zjištěna úspěšná inkubace, 12 hnízd bylo opuštěno a u 8 hnízd byla později prokázána predace. Musil et. al (2017) zjistili, že ve 612 rodinkách poláka chocholačky, byl mezidruhový parazitismus zjištěn v 7,5 % rodinek a v 8,4 % snůšek.



### 2.5.5. Vliv potravní nabídky

Hustota rybí obsádky, především kapra obecného (*Cyprinus carpio*) se až do konce 19. stol. pohybovala do 50 kg/ha. Pak však následoval nárůst a roku 1980 hustota rybí obsádky přesáhla hranici 1000 kg/ha (Musil 2006b). Při takové koncentraci dochází od vyžírání a ústupu litorálních rostlin až k likvidaci potravních zdrojů např. měkkýšů a zamezení růstu submerzní vegetace. Pykal & Janda (1994) jsou toho názoru, že ryby a vodní ptáci spolupůsobící na stejném rybničním ekosystému, si jsou navzájem potravními konkurenty. Dále zjistili, že kapr obecný byl, alespoň v letech 1986-1992, nasazován v 90 % ze 198 sledovaných rybníků v jižních Čechách. Závěrem navrhuje hustotu rybí obsádky nižší než 700 kg ryb na 1 ha vodní plochy, jako měřítko přijatelného vyžíracího tlaku rybách obsádek. Ovšem nevhodně načasované termíny rybolovu např. sportovní rybářů a to především v čase hnízdění, ruší kachny při hnízdění.

Průhlednost vody v průběhu roku přirozeně kolísá, na začátku roku je průhlednost vyšší než v letních měsících. Avšak vysoká rybí obsádka vyžíráním reguluje hustotu zooplanktonu, např. hrotnatky velké (*Daphnia magna*) nebo nosatičky obecné (*Bosmina longirostris*). Čímž způsobuje nadměrný rozvoj fytoplanktonu, podpořeného i vysokou koncentrací dusíku a fosforu v důsledku nadměrné hnojení rybníků i splachu živin z okolní krajiny. Následně dochází ke snížení průhlednosti vody a v důsledku toho i snížení dostupnosti potravy pro potápivé kachny. Hnojení rybníků však může přispívat k rozvoji submerzní, emerzní i plovoucí vegetace, což má příznivý vliv na přísun potravy i hnízdění a úkrytové možnosti vodních ptáků. Musil et al. (2016) ve své studii zkoumali vliv alternativní rybí obsádky v rybníku Rod v Třeboni. Místo typického kapra obecného, byli v hnízdním období mezi lety 2014 a 2015, vysazeni candát obecný (*Sander lucioperca*), lín obecný (*Tinca tinca*) a další. Bylo zjištěno, že v rybníkách nedošlo k masovému vyžírání zooplanktonu, tudíž zde byla průhlednost vody vyšší. Na což pozitivně reagovali zejména potápivé

kachny, pro které se zvýšila potravní nabídka na této lokalitě. V letech 2004-2013 byly v jednotlivých letech zaznamenány na rybníku Rod maximálně 4 samice poláka chocholačky a nejvýše 1 samice vodící mláďata. V letech 2014 a 2015 při bez-kaprové obsádce, počet samic vodící mláďata vzrostl na 10, resp. 25. Bylo prokázáno, že 14 z 20 odchycených samic na jiném rybníce Nadějské soustavy mezi lety 2014-2015, byly později sledovány na rybníku Rod, přičemž 11 samic z nich, vodily svá mláďata.

Podobné výsledky jsou známy i ze zahraničí, kdy Giles (1994) z kontrolní plochy (zatopené vytěžené pískoviny) experimentálně odstranil veškeré ryby a pozoroval nárůst početnosti rodinek poláků chocholaček vodící svá mláďata.

### **2.5.6. Význam rybníčních ostrůvků**

Zranitelnost hnízd je také způsobena kolísáním výšky vodních hladin v hnízdním období, kdy úbytkem vody nebo jarním vypouštěním rybníků, může docházet k zpřístupnění hnízdních ostrůvků pro predátory, např. pro prase divoké. Postupné napouštění rybníků může vést jak k likvidaci mnoha hnízd, tak k zaplavování litorálních porostů na ostrůvcích. Umělé budování nových ostrůvků má z mnoha hledisek pozitivní význam pro vodní ptáky, zejména vytvořením nových možností pro hnízdění. Nové ostrůvky vznikaly likvidací litorálních porostů a nahrnováním sedimentů v 2. polovině 20. století. Postupem času dochází na ostrůvcích k zarůstání vegetací. To se nepříznivě projeví i na vodních ptácích. Často zde dochází k predaci ptačími predátory a to snižuje atraktivitu daných ostrůvků. (Janda et al. 1996, Natura 2000 2019, Musil et al. 2016).

### 2.5.7. Příčiny změn početnosti

Úbytku litorálních porostů, změn v hospodaření na rybnících nebo botulismu je přičítáno masové hynutí vodních ptáků, které se na území České republiky projevilo především v dekádě mezi 70. let a 80. let minulého století. Literatura se již v 19. století zmiňuje o masovém úhynu vodních ptáků podobných botulismu, avšak botulismus se prokazatelně objevil až na počátku 20. století v USA. Na jihočeských rybnících došlo k masovému úhynu právě v první polovině 70. až v druhé polovině 80. let 20. století. Teprve, až po druhé polovině 80. let se stavy začaly pomalu stabilizovat, avšak s velkými ztrátami. Došlo až k 80 % redukci hnízdních stavů kachen a lysek, některé druhy (např. čírky) vymizely z některých oblastí úplně (Pykal & Janda 1994, Musil & Cepák 2004).

## 3. Cíle DP

Cílem práce je analýza prostorové (rozdíly mezi lokalitami) i časové (mezisezónní) variability načasování hnízdění, včetně zhodnocení metodických aspektů sledování tohoto fenoménu, vliv klimatických podmínek (průměrná denní teplota v jarních měsících, NAO index) na načasování hnízdění v zájmovém území.

Práce je založena na vlastním sběru dat v roce 2019 ve studované oblasti Třeboňsko, Kardašověčicko a Soběslavsko, do něhož je zahrnuto sčítání ptáků, zjišťování poměru pohlaví, vyhledávání a kontroly hnízd a monitoring samic vodících mláďata, klimatické podmínky a průhlednost vody. Tyto údaje budou posléze analyzovány s hodnotami získanými z let 2004 až 2018 a vyhodnocovány.

## 4. Metodika

### 4.1. Studovaná oblast

Třeboňsko je rovinatou pánevní oblastí v okrajích mírně zvlněnou, kopcovitou krajinu, která je odvodněna řekami Lužnicí (která představuje i přirozenou osu celého území), a řekou Nežárkou. Nadmořská výška hladiny rybníků se pohybuje v rozmezí 410-450 m, výška vodní hladiny je v rybnících uměle udržována (Janda et al. 1996). Krajina je již od středověku intenzivně přetvářena. Počátek proměny z močálovitého území s rašeliništními enklávami v kulturní krajinu Třeboňské pánve se datuje zhruba od 13. století. Do 16. stol. vzniklo na 500 rybníků propojených sítí stok, kanálů a umělých vodních toků (např. Nová řeka) s celkovou rozlohou cca 7 500 ha (AOPK ČR 2009). Zdejšími rybníky, i celé České republice kraluje Rožmberk, se svou dnešní rozlohou 489 ha, bývá nazýván „Jihočeským mořem“. Jeho hráz je dlouhá 2430 m (David et al. 2005). Průměrná roční teplota na Třeboňsku se pohybuje okolo 7,5 °C, je zde 40-50 letních dní, mrazivých dní je 110-120 a ledových dní je 30-40 (Janda et al. 1996). Kovářová (2004) studovala v letech 1977-2003 klimatické změny v biosférické rezervaci Třeboňsko. Z její studie vyplývá, že teplotní maximum, 37,2 °C bylo naměřeno 27.7.1983. Naopak nejchladněji bylo 7.1.1985, kdy bylo naměřeno -30,9 °C. Dále zjistila, že v roce 1966 bylo rekordních 215 srážkových dní a v roce 2003 bylo naměřeno naopak pouhých 116 srážkových dní (minimum za sledované období). Dle Duška et al. (2013) se mezi lety 1977 a 2009 na Mokrých loukách (severně od Třeboně) zvýšila průměrná denní maximální teplota ročně o 0,0827 °C. Nejvyšší teplotu vzduchu zaznamenali v červenci 2007, a to 37,5 °C. Třeboňsko disponuje rozmanitou faunou i florou, zastoupené unikátními a vzácnými druhy rostlin z čeledi leknínovitých (např. stulík malý, *Numphar pumila*), mezi běžněji se vyskytující rostliny lze zařadit např. rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo orobinec sítinovitý (*Typha laxmanni*). Lesy, převážně borové a smrkové, pokrývají přibližně polovinu území (Janda et al. 1996). Za významný krajinný prvek lze

považovat aleje starých dubů na hrázích rybníků, mnoho z nich svým stářím převyšují 200 let (David et al. 2005). Základem druhového bohatství fauny je více než 182 druhů pravidelně hnízdících ptáků (AOPK ČR 2009, Natura 2000 2019). Díky uvedené koncentraci vodních ploch je Třeboňsko jednou z nejvýznamnějších lokalit pro vodní ptáky ve střední Evropě. V době pohnízdni a migrační se na vodních hladinách vyskytuje až 20 000 migrujících jedinců různých druhů vodních ptáků (Natura 2000 2019). Polák chocholačka se vyskytuje v průběhu hnízdní sezóny v počtu 1000 – 1500 jedinců (Musil et al. in litt.). Krajina, z části vytvořená člověkem a přirozeným vývojem dosažená harmonická ekologická situace, je podstatou hodnoty Třeboňské pánve jako biosférické rezervace UNESCO s rozlohou 700 km<sup>2</sup>, ta byla vyhlášena v roce 1979 (Janda et al. 1996, Natura 2000 2019).

Ptačí oblast Třeboňsko, vymezená nařízením vlády č. 680/2004 Sb. v rámci plnění evropské směrnice 79/409/EHS o ochraně volně žijících ptáků, pokrývá přes 47360 ha, tj. 2/3 rozlohy CHKO Třeboňsko. Předmětem ochrany ptačí oblasti jsou dle nařízení populace a biotopy např. volavky bílé (*Egretta alba*), motáka pochopa nebo kopřivky obecné (*Anas strepera*).

## 4.2. Historie a dostupné možnosti monitoringu

Možností pro pozorování početnosti vodních ptáků na našem území v rámci desítek let je hned několik.

Do 70. let 20. století existují literární údaje v podobě monografií ptactva, ovšem konkrétní poznatky o jednotlivých druzích byly druhořadé, tudíž jsou zapsané pouze slovní poznatky. Což mohlo vést k nesprávné formulaci při pozdějším využití těchto dat (Musil 2006b). V roce 1968 se konala 1. konference o moderních sčítacích metodách ptáků, na ní byl ustanoven mezinárodní komitét International Bird Census Committee (IBCC). V roce 1972 se konala konference, kde se

sešli delegáti šestnácti zemí, včetně tehdejšího ČSSR, tam se dalo vzniknout Doporučení mezinárodního standardu mapovací metody a čtyři základní metody ke zjištění počtu ptáků (Šťastný 2016). Od ledna 1967 probíhá celosvětově každoroční Mezinárodní sčítání vodních ptáků (International Waterbirds Census- IWC). V České republice proběhlo první Mezinárodní sčítání vodních ptáků o rok dříve (Musil 2016). Národní monitorovací program zaměřený na hnízdní populace vodních ptáků je na našem území zaveden od roku 1988 na 464-712 vodních plochách po celém Českém území. Do národního sčítání se zapojují jak profesionální, tak i amatérští ornitologové z řad veřejnosti.

Mezi další zdroje dat mohou posloužit i údaje na regionální úrovni např. Náměšťské rybníky na českomoravské vrchovině nebo Atlasy hnízdního rozšíření ptáků v České republice, které jsou průběžně zpracovávány (Musil 2006b). Dále pak řada studií či závěrečných prací zabývající se touto problematikou, jako je např. tato předkládaná.

Pro lepší detekci kachen v přírodě, je označená samice viditelnější. Proto v roce 1899 začal pan Mortensen nasazovat odchyceným ptákům na běháky kroužky, čímž dal vzniknout nové metodě monitorování ptáků. Tyto údaje a zpětné hlášení o výskytu ptáků přetrvaly do dnešních dob téměř v nezměněné podobě a jsou použitelné pro analýzy migrace, přelety a přežívání jednotlivých druhů ptactva (Společnost spolupracovníků Kroužkovací stanice Národního muzea 2020). Dále se pro snadnější monitoring obecně používají nosní značky, sedla s vyznačenými symboly, tyto sedla se obvykle vyrábějí ručně z Polyvinylchlorid (PVC) ve dvou velikostech, menší sedla se používají např. pro poláka amerického (*Aythya americana*) a větší velikost pro individuálně větší jedince (Greenwood R. J. 1977). Studie Hořáka et al. (2002) se zabývala změnou v chování značených a neznačených samic. Z výsledků vyplývá, že kachny značené nosní značkou, měly do jisté míry větší potřebu spánku, avšak nebyl zjištěn signifikantní vliv na chování označených kachen. Autoři studie jsou

toho názoru, že pokud je zvolena správná velikost a typ značky, je toto značení pro kachny vhodné.

### **4.3. Terénní sběr dat**

Tato práce vychází z dat shromážděných v průběhu let 2004 – 2019 ve spolupráci s vedoucím předkládané práce, pracovníky a studenty FŽP ČZU. Já měla tu možnost zapojit se v hnízdní sezóně roku 2019.

Sběr dat v terénu spočíval ve vyhledávání a kontrole hnízd s cílem nalézt a následně kontrolovat co největší počet hnízd. Vyhledávání hnízd bylo prováděno systematickým procházením litorálních porostů a ostrovů vybraných rybníčných soustav v zájmovém území (48.97–49.26 °N, 14.66–14.97 °E) v 7 až 14-ti denních intervalech od května do července. U nalezených hnízd byla v bezprostředním okolí umístěna barevná páska s číslem hnízda a GPS souřadnicemi, pro lepší následnou kontrolu, dále byly zaznamenány údaje o snůšce a vegetačním krytu v okolí hnízda a nejkratší vzdálenost hnízda od volné vodní hladiny. Při opakovaných kontrolách byl zjišťován počet a rozměry vajec, stupeň inkubace, a zda se neobjevilo parazitické vejce a osud hnízd (vyvedeno, opouštěno či predováno).





Obr. 4, nalezené a označené hnízdo poláka chocholačky (autor 2019).

Jednotlivá vejce ve snůškách byla změřena (s přesností na desetiny milimetru), byl zaznamenán počet vajec a stupeň nasezelosti snůšky pomocí tzv. vodního testu, kdy poloha vejce ve vodním sloupci odpovídá stádiu inkubace (Westerskov 1950). Pokud se ve snůšce nacházelo barevně nebo tvarově odlišné vejce, bylo považováno za parazitické. Vzhledem k tomu, že kachny snášejí pouze jedno vejce denně (Owen & Black 1990) byl jako důkaz hnízdního parazitismu považováno snesení 2 a více vajec v průběhu jednoho dne. Inkubace vajec kachen začíná po snesení předposledního nebo posledního vejce (Owen & Black 1990, Kear 2005). Vejce snesená více než 3 dny



po zahájení inkubace byla rovněž považována za parazitická. Případy hnízdního parazitismu (vnitrodruhového i mezi druhového) byly registrovány a počet takto detekovaných vajec byl odečten od celkového počtu vajec ve hnízdě s cílem zjistit počet hnízd snesených inkubující samičí (počet vlastních vajec).

Datum snesení 1. vejce byl vypočten na základě počtu vlastních vajec a stupně nasezlosti vajec.

Monitoring hnízdních populací vodních ptáků probíhal v letech 2004 až 2019 na 175 rybnících Třeboňska, Soběslavska a Kardašověčicka (jižní Čechy 48.9685–49.2649 N, 14.6622–14.9007 E) při 9 kontrolách v průběhu hnízdění sezóny (od poloviny dubna do poloviny srpna). Sčítání bylo prováděno z pevně určených bodů, z nichž bylo možno kontrolovat celou vodní hladinu konkrétního rybníka. Celková doba sčítání byla vždy přizpůsobena velikosti rybníka, celkové početnosti vodních ptáků i povětrnostním podmínkám.

Vodní hladina rybníků se pohybovala v rozmezí 0,21 a 298,00 ha (průměr  $\pm$  směr. odchylka = 16,97  $\pm$  39,82 ha) a podíl litorální vegetace se pohyboval mezi 0,03 % a 90,0 % (průměr  $\pm$  směr. odchylka = 21,30  $\pm$  16,26 %). Litorální vegetace je tvořena především rákosem obecným, orobincem široolistým (*Typha latifolia*), ostřicemi (*Carex spp.*), zblochanem vodním a vrbami (*Salix spp.*) (Janda et al. 1996).

Při uvedených kontrolách byly zjišťovány počty adultních jedinců, včetně zastoupení samců a samic a dále byly zaznamenávány jednotlivé rodinky, tj. samice vodící mláďata, u nichž byl zaznamenán počet a stáří mláďat (Gollop & Marshall 1954)

Při kontrolách v poslední dekádě května, června a července byla zaznamenávána i průhlednost vody pomocí Secchiho desky, jako indikátor trofického stavu rybníků i dostupnosti potravy pro vodní ptáky (Janda et al. 1996, Musil 2006b)

#### 4.4. Odchyt kachen

Inkubující samice byly odchytávány na hnízdech do tzv. Wellerových pastí (Weller 1957). Odchyt byl prováděn v pokročilém stadiu inkubace, tedy v době, kdy vazba mezi samicí a snůškou je nejvyšší, a naopak pravděpodobnost nežádoucího opuštění hnízda v důsledku vyrušení samice je velice nízká. Odchycené kachny byly individuálně značeny nosními značkami (žlutá značka s černým kódem) a kombinací barevných kroužků na obou běhácích. Všechny odchycené samice byly označeny i klasickým ocelovým kroužkem (N. MUSEUM Praha) – blíže viz Hořák et al. (2002), Čehovská et al. (2019).

Každá odchycená samice byla zvážena pomocí ruční pružinové váhy Pesola s přesností 1 g. Dále byla detailně změřena délka a šířka zobáku; délka lebky; délka křídel; délka křídla a běháku.

#### 4.5. Klimatické a povětrnostní podmínky ve studované oblasti

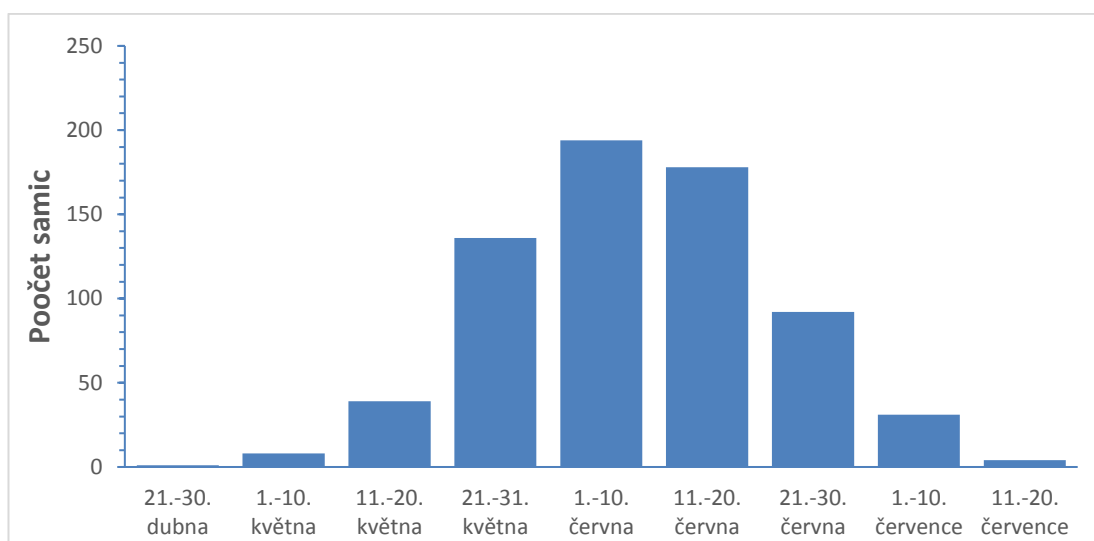
Hodnoty indexu severoatlantské oscilace (North Atlantic Oscillation Index = NAO Index), byly použity jako charakteristika vysvětlující povětrnostní podmínky zimní sezóny předcházející dané hnízdní sezóně (Hurrell & NCARS 2016).

Pro analýzu vlivu podmínek předchozí zimní sezóny široké oblasti západní Palearktidy byly použity hodnoty NAO indexu pro měsíce prosinec, leden a únor. Byly použity jako proměnná charakterizující povětrnostní podmínky jednotlivých zimních sezón v široké oblasti zimovišť sledovaných druhů na území západní Palearktidy (viz také Podhrázský et al. 2017).

Dále byly použity hodnoty průměrné denní teploty a srážkové úhrny z května (hnízdní doba) z meteorologické stanice Mokré louky (Dušek et al. 2013, 2017).

## 5. Výsledky

Datum snesení 1. vejce poláka chocholačky se na sledovaných rybnících pohybovalo mezi 29. dubnem a 19. červencem (průměr  $\pm$  směrodatná odchylka: 8. června  $\pm$  13,2; n = 683), přičemž vrchol hnízdní sezóny (nejvyšší podíl samic začínajících snášení vajec) byl mezi 21. květnem a 20. červnem, užší vrchol počátku snášení pak mezi 1. a 10. červnem (obr. 5).



Obr. 5, datum snesení 1. vejce (n= 683).

Tab.1, vliv vysvětlujících proměnných na načasování hnízdění (datum snesení 1. vejce). V tabulce jsou uvedeny hodnoty regresních koeficientů  $\pm$  směrodatné chyby.

Vysvětlující proměnná	Model 1	Model 2
Rok	-0001 $\pm$ 0.001	-0.001 $\pm$ 1.662
NAO Index	0.006 $\pm$ 0.003	0.007 $\pm$ 0.003 *
Teplota v květnu	-0.015 $\pm$ 0.003 ***	-0.017 $\pm$ 0.004 ***
Srážky v květnu	-0.011 $\pm$ 0.006	-0.001 $\pm$ 0.007
Průhlednost vody v květnu	-0.001 $\pm$ 0.005 **	-0.001 $\pm$ 0.001
Rybníční soustava		
Kardašova Řečice	0.029 $\pm$ 0.006 ***	0.015 $\pm$ 0.008
Nadějská soustava	-0.023 $\pm$ 0.005 ***	-0.015 $\pm$ 0.006 *
Soběslav	-0.024 $\pm$ 0.005 ***	-0.015 $\pm$ 0.008 *

Počet hnízd kachen	±	0.001 ± 0.001 ***
Přítomnost kolonie racka chechtavého	±	-0.005 ± 0.006

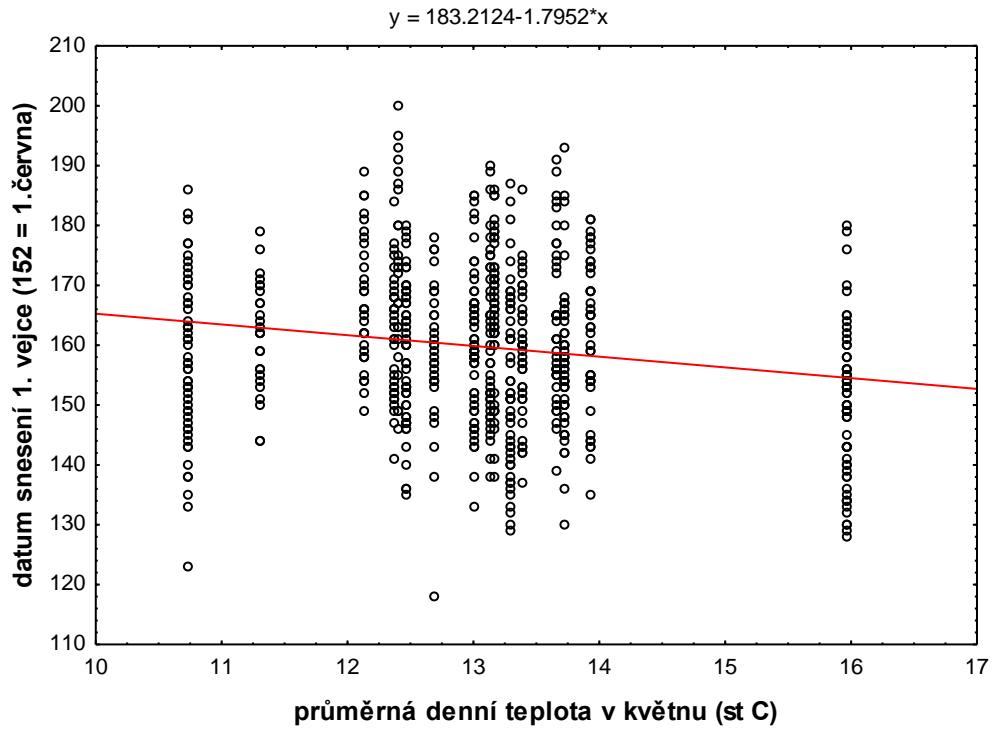
Hladiny významnosti: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$

Vliv vysvětlujících proměnných na načasování byl testován dvěma různými modely. V obou modelech byl, jako vysvětlující proměnná, použit rok a dále klimatické proměnné, a to hodnota NAO index z předchozí zimy, průměrná denní teplota v květnu a průměrné denní množství srážek v dubnu a v květnu. Dále byla zahrnuta i průměrná hodnota průhlednosti vody v květnu a rybniční hnízdni lokalita (rybniční soustava: Vlkovsko-Nadějská soustava, rybník Schwarzenberg a okolí, Soběslavská soustava a Kardašo-Řečická soustava). V druhém modelu byly navíc přidány vysvětlující atraktivita jednotlivých hnízdničních rybníků, a to počet celkově zjištěných hnízd kachen v dané hnízdni sezóně na daném rybníku, a přítomnost hnízdni kolonie racka chechtavého v daném roce na daném rybníku (tab. 1).

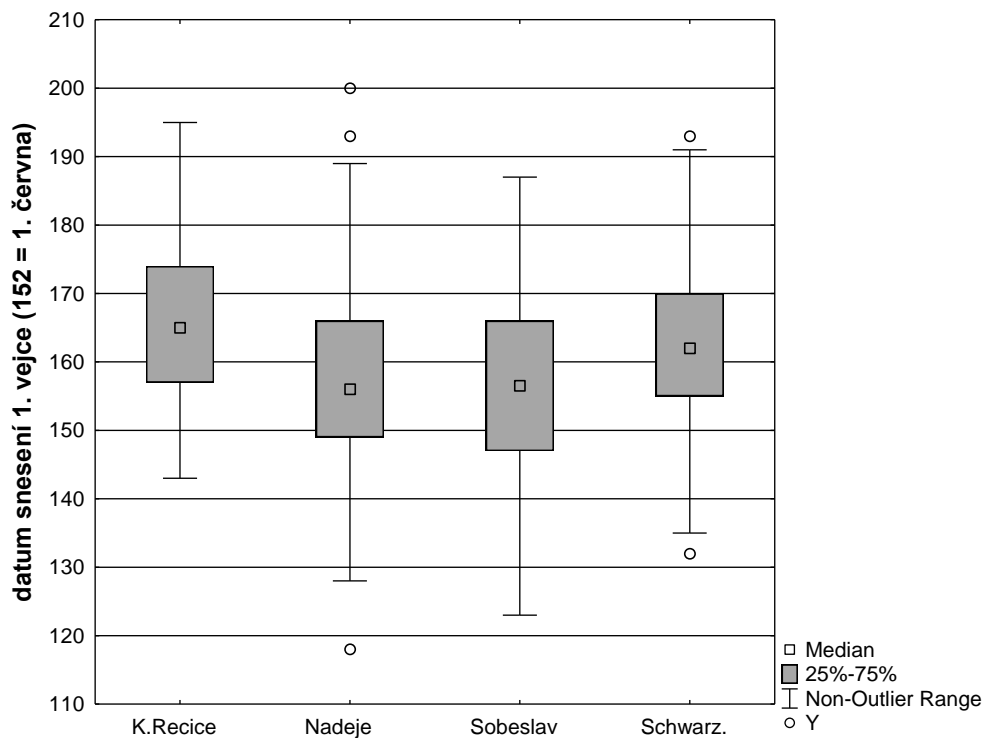
Datum snesení prvního vejce negativně koreluje s květnovou teplotou. V hnízdni sezónách s vyšší teplotou tedy začínají hnízdit dříve. V prvním modelu byl prokázán i pozitivní vliv průhlednosti vody, tedy v sezónách s vyšší průhledností vody v květnu, byl počátek hnízdění pozdější. Ve druhém modelu byl prokázán i pozitivní vliv hodnot NAO indexu. V hnízdni sezónách následujících po mírných zimách, došlo k pozdějšímu počátku snášení vajec. Vliv srážek nebyl prokázán v žádném z použitých modelů.

Byly prokázány rozdíly v načasování hnízdění mezi rybničními soustavami, kdy časnější hnízdění bylo zjištěno ve Vlkovsko-Nadějské soustavě a na rybnících v okolí Soběslavi a naopak pozdější hnízdění na rybnících v okolí Kardašovy Řečice. Tento rozdíl byl statisticky průkazný v obou modelech, avšak hladiny průkaznosti byly ve druhém modelu nižší, protože uvedené rozdíly zřejmě lépe vysvětluje celková početnost hnízdících kachen na daném rybníku. Poláci chocholačky tedy

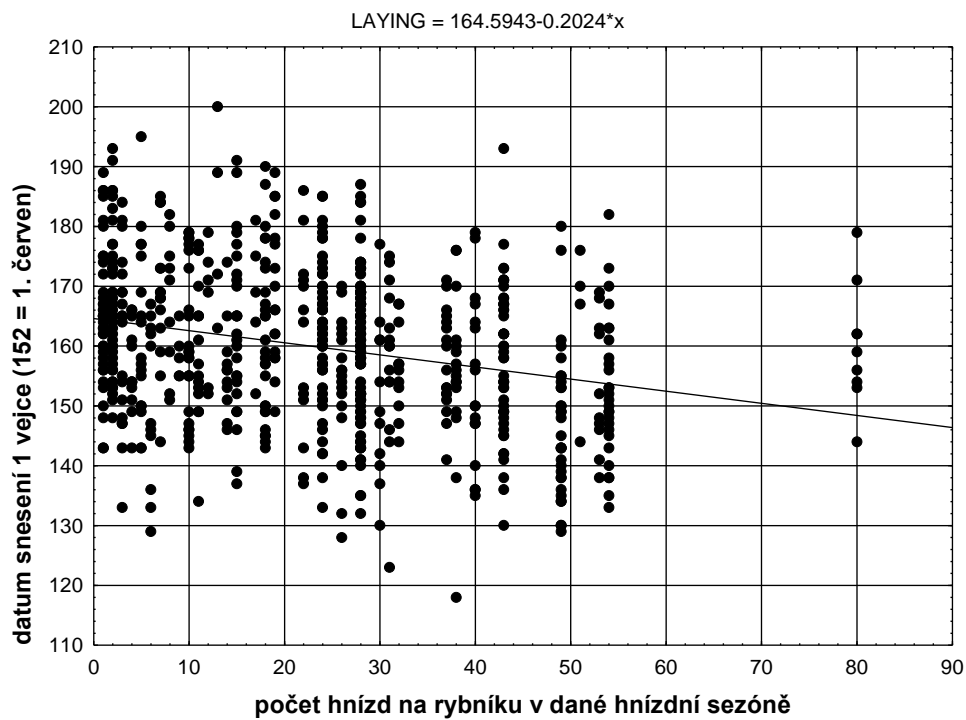
začínají dříve hnízdit na rybnících, které vyhledává větší počet samic a později na lokalitách, kde hnízdí jednotlivé samice. Přítomnost hnízdnicích kolonií racka chechtavého neměla na načasování hnízdění vliv.



Obr. 6, vztah mezi datem snesení prvního vejce a průměrnou denní teplotou v květnu ( $r = P = n = 683$ ).



Obr. 7, rozdíly v datu snesení prvního vejce mezi jednotlivými rybníčními systémy.



Obr. 8, vliv počtu hnízdících samic (podle nalezených hnízd) na hnízdišti na datum snesení prvního vejce.

S rostoucím datem snesení 1. vejce klesá počet snesených vajec (celkově, parazitických i neparazitických – obr. 9) i počet vylíhlých mláďat (obr. 10). Dále se snižuje relativní zastoupení parazitických vajec a podíl vylíhlých mláďat. Velikost vejce se však v průběhu hnízdní sezóny nemění (tab. 2).

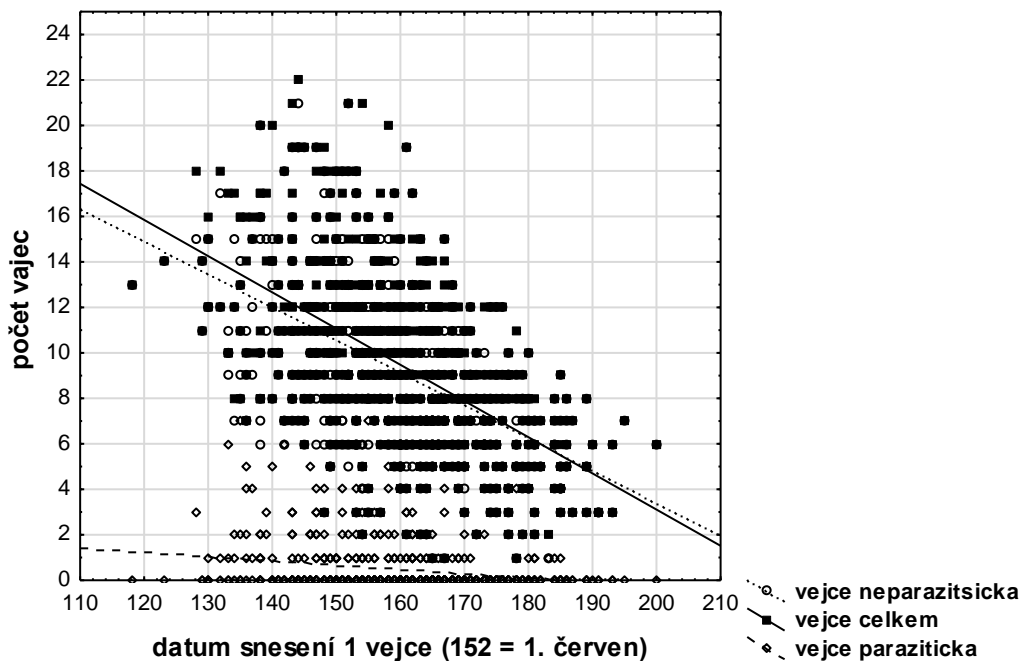
Tab. 2, vliv načasování hnízdění (datum snesení 1. vejce na jednotlivé reprodukční parametry. Signifikantní vztahy jsou zvýrazněny ručně.

Reprodukční parametr	Rozeptí	Průměr ± sm.odch.	r	P
Celkový počet vajec	4- 22	9.52 ± 3.78	<b>-0.555</b>	<b>&lt; 0.001</b>
Počet neparazitických vajec	4 – 21	9.17 ± 3.71	<b>-0.404</b>	<b>&lt; 0.001</b>
Počet parazitických vajec	0 – 13	0.47 ± 1.25	<b>-0.198</b>	<b>&lt; 0.001</b>
Podíl parazitických vajec	0 – 0.722	0.039 ± 0.096	<b>-0.150</b>	<b>&lt; 0.001</b>
Počet vylíhlých mláďat	0 – 18	3.82 ± 4.58	<b>-0.269</b>	<b>&lt; 0.001</b>
Podíl vylíhlých mláďat	0 -1.000	0.339 ± 0.440	<b>-0.103</b>	<b>0.007</b>
Průměrná velikost vejce (g)	35.931-64.531	53.558 ± 3.821	0.017	0.701

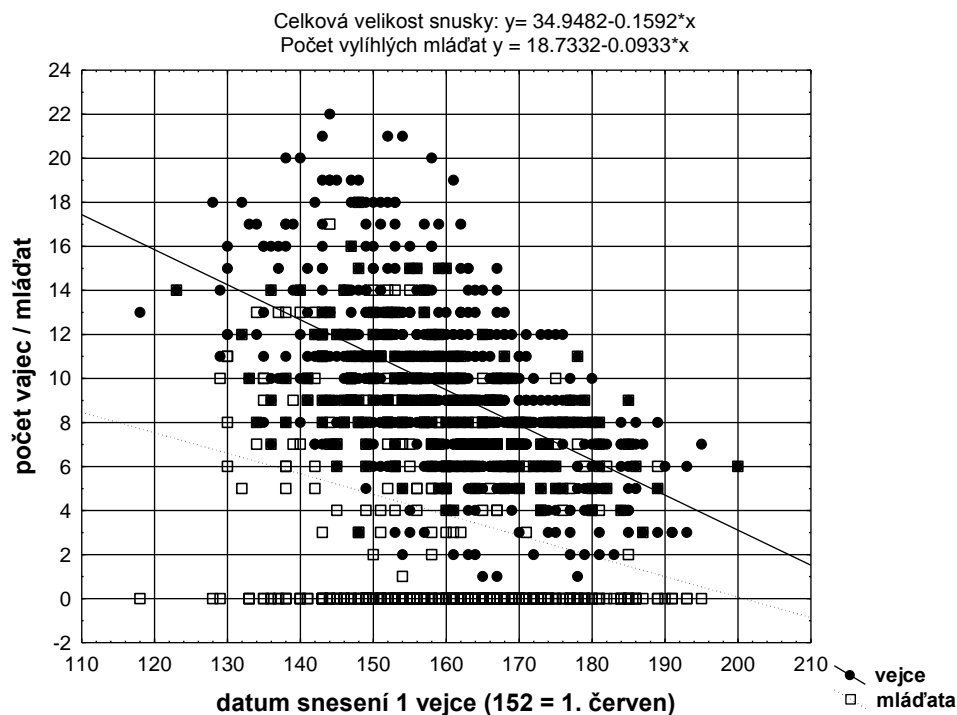
$$\text{Neparazitická: } y = 32.2345 - 0.1444 \cdot x$$

$$\text{Celkem: } y = 34.9482 - 0.1592 \cdot x$$

$$\text{Parazitická: } y = 3.4788 - 0.0188 \cdot x$$



Obr. 9, vliv načasování hnízdění na počet snesených vajec (celkově, parazitických i neparazitických – hnízdicích samic).



Obr. 10, vliv načasování hnízdění na celkový počet snesených vajec a na počet vylíhlých mláďat.

## 6. Diskuse

Klimatické podmínky mohou výrazně ovlivnit načasování přiletu na hnízdiště a následně pak i počátek hnízdění (Cramp & Simmons 1977, Owen & Black 1990).

Analýza údajů z hnízd poláka chocholačky z rybníků Třeboňska, Soběslavska a Kardašovočického ukázala, že v průběhu let 2004-2019 polák chocholačka hnízdí dříve. Je třeba zmínit, že dřívější hnízdění bylo prokázáno u těch rybníků, které vyhledává větší množství samic, naopak v lokalitách, které nejsou tak atraktivní samice hnízdí později. U migrantů na krátké / střední vzdálenosti je dřívější jarní přilet přičítán zvýšeným teplotám vzduchu v místě hnízdiště, tedy při pozitivních hodnotách NAO indexu. Konkrétně mezi lety 1966-2000 byl u poláka chocholačky, zaznamenán posun data přiletu na hnízdiště o 0,75 dne za rok. Naopak při záporných hodnotách NAO indexu se přilet opozdil (Žalakevičius et al. 2009). Z 58 studovaných druhů ptáků, se u 45 projevilo negativní vliv v závislosti na teplotě, tzn., že začínají



snášet vejce dříve, pokud jsou vyšší teploty vzduchu (Dunn 2006). Závěry zahraničních autorů Cricka et al. (1997) a Møllera et al. (2006) se shodují v pozorování negativního vztahu mezi teplotou a datem snůšky. Ve Velké Británii, v období 1971–1995 se první snůška u 20 ze 65 sledovaných druhů ptáků (31 %), průměrně posunula o 8,8 dní (4–17 dní) k časnějším datům (Crick et al. 1997). Mezi lety 2007 a 2009 se Kuklíková (2009) zabývala celkem 134 hnízdy poláka chocholačky na Třeboňsku, z jejích výsledků je patrné, že v roce 2007 bylo nalezeno první vejce ve snůšce 19. května a o dva roky později o deset dní dříve, tj. 9. května. Z výše zmiňovaných studií se závěry v podstatě shodují s předkládanými výsledky, tzn., že ptáci začínají hnízdit dříve. Přítomnost hnízdních kolonií racka chechtavého neměla na načasování hnízdění vliv.

Z předkládaných výsledků je patrné, že pokud je teplejší zima, polák chocholačka hnízdí později. Obecně lze říci, že NAO index ovlivňuje ptactvo při načasování hnízdění. Pokud jsou hodnoty NAO indexu kladné, znamená to mírnější, teplejší a vlhčí zimy. V takovém případě se ptáci vyskytují na hnízdištích dříve (Rainio et al. 2006). Naopak při negativních hodnotách NAO indexu, se táhnoucí ptáci s přesunem na hnízdiště opozdí (Žalakevičius et al. 2006).

Práce Walthera et al. (2002) a Sanze (2003) se se svými výsledky shodují na tom, že pozitivní hodnoty NAO indexu uspíšili datum snůšky. Což neodpovídá situaci, která byla zjištěna na Třeboňsku v letech 2004 až 2019, kde poláci chocholačky hnízdili později v letech s vyššími hodnotami NAO indexu. V dané souvislosti může jít ale o interkorelaci s jinými faktory.

Prezentované výsledky dokládají, že pokud je teplota v květnových měsících vyšší, kachny hnízdí dříve. Pokud je chladnější květen, průhlednost vody je vyšší a počátek hnízdění (datum snesení prvního vejce) nastává později. To potvrzuje i práce Kuklíkové (2009), kdy v roce 2007 bylo zjištěno, že polák chocholačka hnízdí později (průměrná teplota v květnu a červnu 18,1 °C, průměrný srážkový úhrn

77,46 mm). Naopak v roce 2009 hnízdí dříve (průměrná teplota 15 °C, průměrný srážkový úhrn 154,4 mm).

Na studovaných rybnících v ptačí oblasti Třeboňsko je doporučená regulace hustoty rybích obsádky tak, aby průhlednost vody od prvního května do 15. června přesahovala 50 cm (AOPK 2006). Právě 50 cm průhlednosti vody potvrzuje i plán péče o CHKO Třeboňsko na období 2018-2027, který tuto hodnotu navrhuje řadou opatření a zásad udržet po dobu hnízdní sezóny, resp. do konce července na vybraných rybníčních lokalitách a na území I. zóny CHKO a na území MZCHÚ (maloplošná zvláště chráněná území) hospodařit tak, aby byla průhlednost vody nad 80 cm s chovnými rybami do konce června a u rybníků s absencí ryb, aby byla tato hodnota až do půlky července (AOPK 2017).

Hladiny vodních ploch ve studovaných oblastech (Třeboňsko, Kardašorečicko a Soběslavsko) jsou uměle regulovány kvůli chovu ryb, to je spjato i s dostupností hnízdních lokalit. Kachny tak nejsou nijak ovlivněny panujícími srážkami, které za normálních okolností regulují výšku vodní hladiny. Crome (1986) je toho názoru, že období hnízdění kachny proužkované (*Anas superciliosa*) v tropických a subtropických oblastech je ovlivněno obdobím tropických dešťů. Z předkládaných výsledků ovšem vyplývá, že srážky nemají prokazatelný vliv na načasování hnízdění ve studovaných oblastech.

Průměrná velikost snůšky v pozorovaném období byla  $9.52 \pm 3.78$  vajec. S rostoucím datem signifikantně klesá počet snesených vajec. Tento stav je možné vysvětlit tím, že samice hnízdící později již nemá tolik lipidů pro produkci vajec jako samice, která hnízdí dříve (viz např. Krapu et al. 2004). Naopak např. (Dane 1966, Johnsgard 1973 a Korschgen 1977) jsou toho názoru, že za snížením počtu vajec stojí omezená potravní nabídka či predace. Také mladé nezkušené samice, mají tendenci hnízdit později. To se může promítnout i do průměrné roční velikosti snůšky (Johnsgard 1973).

Podíl vylíhlých mláďat se v průběhu hnízdění snižuje. V dřívějších úspěšných snůškách se tedy vylíhlo více mláďat, i velikost snůšky byla větší, tudíž byla větší pravděpodobnost úspěšných vajec. Ke stejnému závěru dospěl i Havlín (1971), který ve své studii mezi lety 1966-1970 prokázal 77 % úspěšnost hnízda před 1. červnem a pouze 58 % úspěšnost hnízda po 1. červnu. Ten za úspěšné hnízdo považoval hnízdo s alespoň jedním vylíhlým vejce.

Prezentované výsledky naopak negativně korelují s výsledky Kuklíkové (2009), která ve své práci naopak dospěla k výsledkům, kdy pozdější snůšky měly větší podíl vylíhlých mláďat. To může být zapříčiněno nepříznivým jarním počasím a následným zhoršením hnízdních lokalit nebo např. predací (Havlín 1971).

Průměrná velikost sledovaných vejce je  $53.558 \pm 3.821$  g, viz tab. 2. K obdobným výsledkům dospěla i práce Kuklíkové (2009), kdy průměrný objem vajec neklesal s rostoucím datem, vejce z pozdních snůšek nebyla prokazatelně menší. Bažant (2011) dospěl k závěru, že vejce poláka chocholačky mají v průběhu celého snášení v průměru stejný objem, nezáleží tedy na načasování snášení vajec.

## 7. Závěr a přínos práce

Cílem této práce bylo jak časově, tak i prostorově analyzovat variabilitu načasování hnízdění. Dále pak bylo za cíl zhodnotit metodické aspekty sledování tohoto fenoménu a zhodnotit vliv klimatických podmínek na načasování hnízdění poláka chocholačky.

Terénní sběr dat probíhal od roku 2004, každoročně od poloviny dubna do poloviny srpna až do roku 2019 a to celkem na 175 rybnících v oblastech Třeboňska, Soběslavska a Kardašovečicka. Systematický sběr dat spočíval v detekci hnízda, jeho zaznamenání a pravidelných kontrolách, dále pak v odchytu samic do klecí, které byly označeny a následně pozorovány.

Předkládané výsledky, jakožto i celá práce, mohou posloužit k pochopení, jaké faktory a v jaké míře mohou ovlivnit průběh hnízdění kachen nejen ve studovaných oblastech Třeboňska, Soběslavska a Kardašorečicka, ale i v celé České republice. Dále mohou sloužit jako podklad pro další monitoring hnízdních populací.

Shrnutí výsledků:

1. Datum snesení prvního vejce:

- a) negativně koreluje s rokem, tzn, že ve studovaném období (2004-2019) se datum snesení prvního vejce snižuje, tedy polák chocholačka hnízdí dříve,
- b) pozitivně koreluje s hodnotou NAO indexu, v teplejších zimách hnízdí později,
- c) negativně koreluje s květnovou teplotou. V teplém květnu hnízdí polák chocholačka dříve. To ale souvisí s bodem b),
- d) pozitivně koreluje s průhledností vody v květnu. Při vyšší průhlednosti vody hnízdí polák později.

2. Načasování hnízdění:

- a) není signifikantně ovlivněno srážkami,
- b) neovlivnila přítomnost hnízdicích kolonií racka chechtavého.

4. S rostoucím datem klesá počet snesených vajec i vylíhlých mláďat.

5. Velikost vajec se v průběhu času nemění.

## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

**AOPK ČR, 2006:** Rozbory Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko k 30.6.2016, přílohy. 46 s.

**AOPK ČR, 2009:** Ptačí oblasti České republiky Special protection areas of the Czech Republic. Aventinum, 88 s.

**AOPK ČR, 2017:** Plán péče o CHKO Třeboňsko na období 2018-2027. 59 s.

**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. 51 s. (diplomová práce) „nepublikováno“.

**BirdLife International, 2015:** European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 18 p.

**BirdLife International, ©2019:** Tufted Duck (*Aythya fuligula*) - BirdLife species factsheet (online) [cit. 29.11.2019], dostupné z <<http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/tufted-duck-aythya-fuligula/text>>.

**Coulson J. 1968:** Differences in the Quality of Birds nesting in the Centre and on the Edges of a Colony. *Nature* 217. 478–479 p.

**Cramp S. & Simmons K. E. L. (eds) 1977:** The Birds of the Western Palearctic. Vol. I. Oxford University Press, Oxford. 1-16 p.

**Crick H. Q. P., Dudley C., Glue D. E., Thomson D. L., 1997:** UK birds are laying eggs earlier. *Nature* 388. 526 p.

**Crick H. Q. P., 2004:** The impact of climate change on birds. *Ibis* 146: 48-56 p.

**Crome F. H. J., 1986:** Australian Waterfowl Do Not Necessarily Breed on a Rising Water Level. *Australian Wildlife Research* 13(3). 461-480 p.

- 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*, Vol. 66, No. 2. 198-206 p.
- Dane Ch. W., 1966:** Some Aspects of Breeding Biology of the Blue-Winged Teal. *The Auk*, Vol. 83, No. 3. 389-402 p.
- David P., Dobrovolná V., Soukup V., 2005:** Třeboňsko, Průvodce po Čechách, Moravě, Slezsku. Soukup & David, 143 s.
- Dunn P., O., 2006:** Breeding dates and reproductive performance. *Birds and climate change*. Academic Press 2006. 69-85 p.
- Dušek J., Stellner S., Komárek A., 2013:** Long-term air temperature changes in a Central European sedge-grass marsh. *ECOHYDROLOGY*. 6. 182-190 p.
- Dušek J., Hudecová Š., Stellner S. 2017:** Extreme precipitation and long-term precipitation changes in a Central European sedge-grass marsh in a context of floods occurrence. *Hydrological Science Journal* 62. 1-13 p.
- Drdová L. & Hampl R., 2008:** Potenciální hnízdní predátoři vodních ptáků a metody jejich zjišťování. *Sylvia* 44/2008. 3-16 s.
- Fritz H., Guillemain M., Guérin S. 2000:** Changes in the frequency prospecting fly-overs by Marsh Harriers *Circus aeruginosus* in relation to short-term fluctuations in dabbling duck abundance. *Ardea* 88. 9-16 p.
- Folk Č., 1971:** A study on diurnal activity rhythm and feeding habitats of *Aythya fuligula*. *Acta Sci. Nat. Brno* 5 (12). 1-39 p.
- Gilissen N., Haanstra L., Delany S., Boere G., Hagemeyer W., 2002:** Numbers and distribution of wintering waterbirds in the Western Palearctic and Southwest Asia in 1997, 1998 and 1999: Results from the International Waterbird Census. *Wetlands International*. 182 p.

- Giles N., 1990:** Effects of increasing larval chironomid densities on the underwater feeding success of downy tufted ducklings. *Wildfowl* 41. 99-106 p.
- Giles N. 1994:** Tufted duck (*Aythya fuligula*) habitat use and brood survival increases after fish removal from gravel pit lakes. *Hydrobiologia* 279. 587-592 p.
- Gollop J. B. & Marshall W. H., 1954:** A Guide for Aging Duck Broods in the Field. Flyway Council Technical Section, Mississippi. 14 p.
- Greenwood R. J., 1977:** Evaluation of a Nasal Marker for Ducks. *The Journal of Wildlife Management*. Vol. 41, No 3. 582-585 p.
- Havlín J., 1965:** Nest Sites of the European Pochard (*Aythya ferina*) and the Tufted duck (*A. fuligula*) in Czechoslovakia. *Zoologické listy* 15 (4). 333-344 p.
- Havlín J., 1971:** Differences in the Breeding Success of the Pochard (*Aythya ferina*) and the Tufted Duck (*Aythya fuligula*). *Zoologické listy* 21 (1). 85-95 p.
- Hill D. A., 1984:** Clutch predation in relation to nest density in Mallard and Tufted Duck. *Wildfowl* 35, 151-15 p.
- Hořák D., Albrech T., Musil P., 2002:** Vliv nosních značek na chování samic potápivých kachen rodu *Aythya*. *Sylvia* 38/2002. 91-96 s.
- Hudec K., 1994:** Fauna ČR a SR. Nakladatelství Akademie věd České republiky. 671 s.
- Hudec K. & Šťastný K., (eds) 2005:** Fauna ČR: Ptáci – Aves II. Academia, Praha.
- Hurrell, J.W & National Center for Atmospheric Research Staff (eds) 2016:** The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based). (online) [cit. 10.6.2020], dostupné z <<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based>>.

- Chinery M., 1998:** Flóra a fauna Evropy. Slovart, Praha, 384 s.
- IPCC, ©2019:** Global Warming of 1.5 °C, Intergovernmental Panel on Climate Change (online) [cit. 25.11.2019], dostupné z <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>.
- Janda J. & Pechar L. et al. 1996:** Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvalé udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordináční středisko IUCN, Praha, 189 s.
- Johnsgard P.A., 1973:** Proximate and ultimate determinants of clutch size in Anatidae. *Wildfowl* (1973) 24, 144-149 p.
- Kalvová J., Mikšovský J., Raidl A., 2011:** Klima a jeho změny. In: Braniš M., Hůnová I., et al.: Atmosféra a klima aktuální otázky ochrany ovzduší. Nakladatelství Karolinum, Univerzita Karlova v Praze. 280-325 s.
- Kear J., 2005:** Ducks, Geese and Swans. Oxford University Press. 1006 p.
- Kejzlarová T., 2014:** Vliv hnízdní fidelity na reprodukční úspěšnost potápivých kachen. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Praha. 56 s. (diplomová práce) „nepublikováno“.
- Korschgen C. E., 1977:** Breeding stress of female eiders in maine. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 41, No. 3. 360-373 p.
- Kovářová M., 2004:** Projevy globálních změn v biosférické rezervaci Třeboňsko, *Robust* 2004. 217-224 s.
- Krapu G. L., Reynolds R. E., Sargeant G. A., Renner R. W., 2004:** Patterns of variation in clutch sizes in a guild of temperate-nesting dabbling ducks. *The Auk* 121(3). 695-706 p.
- Kuklíková B., 2009:** Vliv načasování hnízdění na reprodukční úspěšnost poláka chocholačky (*Aythya Fuligula*). Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie, Praha 82 s. (diplomová práce) „nepublikováno“.



- Lehikoinen A., Jaatinen K., Vähätalo A. V., Clausen P., Crowe O., Deceuninck B., Hearn R., Holt Ch. 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 p.
- Liordos V. & Lauder A. W., 2015:** Factors Affecting Nest Success of Tufted Ducks (*Aythya fuligula*) Nesting in Association with Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*) at Loch Leven, Scotland. *Waterbirds* 38(2). 208-213 p.
- Mačát Z., 2008:** *Sus scrofa* - prase divoké (online) [cit. 2.12.2019], dostupné z <<http://www.naturabohemica.cz/sus-scrofa/>>.
- Martin J. L., Thibault J. C., Bretagnolle V., 2000:** Black Rats, Island Characteristics, and Colonial Nesting Birds in the Mediterranean: Consequences of an Ancient Introduction. *Conservation Biology*. 1452-1466 p.
- Monval J. Y. & Pirot J. Y., 1989:** Results of the IWRB International Waterfowl Census 1967–1986. IWRB Special Publication No.8. Slimbridge, UK. 145 p.
- Møller A. P., Flensted-Jensen E., Mardal W., 2006:** Rapidly advancing laying date in a seabird and the changing advantage of early reproduction. *Journal of Animal Ecology* 75. 657-665 p.
- Musil P., 1998:** Změny početnosti hnízdních populací vodních ptáků na rybnících Třeboňské pánve v letech 1981-1997. *Sylvia* 34. 13-26 s.
- Musil P., Cepák J., Hudec K., Zárybnický J., 2001:** The long-term trends in the breeding waterfowl populations in the Czech Republic. OMPO & Institute of Applied Ecology, Kostelec nad Černými lesy. 120 p.
- Musil P. & Cepák J., 2004:** Vývoj početnosti hnízdních populací vodních ptáků v ČR a jeho možné příčiny. *Ochrana přírody* 59, č. 10. 294-297 s.

- Musil P., 2006a:** A review of the effects of intensive fish production on waterbird breeding populations. *Waterbirds around the world 2006*. 521-522 p.
- Musil P., 2006b:** Monitoring populací vodních ptáků. In: Vačkář (ed.) *Ukazatelé změn Biodiversity*, Academia, Praha. 208-223 s.
- Musil P. & Neužilová Š., 2009:** Long-term changes in duck inter-specific nest parasitism in South Bohemia, Czech Republic. *Wildfowl & Wetlands Trust, Wildfowl (2009) Special Issue 2*. 176–183 p.
- 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 3/2016*. 19-23 s.
- Musil P., 2016:** Proč 50 let monitoringu vodních ptáků nestačilo? *Aythya 6*. 1 s.
- Musil P., Musilová Z., Poláková K., 2017:** Facultative heterospecific brood parasitism among the clutches and broods of duck species breeding in South Bohemia, Czech Republic. *Wildfowl & Wetlands Trust, Wildfowl (2017) 67*. 113-122 p.
- Musil P., Musilová Z., Neužilová Š., 2019a:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v Česku v lednu 2019. *Aythya 7 2019*. 44-58 s.
- Musil P., Musilová Z., Poláková K., Čehovská J., Zouhar J., 2019b:** Waterfowl population trends are driven by food strategy regardless of climate change. *Book of Abstracts of the 21th Conference of the European Bird Census Council*. University of Evora, Portugal: 36 p.
- Musilová Z., Musil P., Zouhar J., Bejček V., Šťastný K., Hudec K., 2014:** Numbers of wintering waterbirds in the Czech Republic: long-term and spatial-scale approaches to assess population size. *Bird Study 61*. 321-331 p.
- Musilová Z., Musil P., Neužilová Š., 2019:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v Česku v lednu 2019. *Aythya 7 2019*. 44-58 s.

- Najmanová L. & Adamík P., 2007:** Ptáci a změny klimatu. Sylvia 43/2007. 2-18 s.
- Nařízení vlády č. 680/2004 Sb.,** kterým se vymezuje Ptačí oblast Třeboňsko.
- Natura 2000, ©2019:** Seznam ptačích lokalit CZ0311033 – Třeboňsko (online) [cit. 2.12.2019], dostupné z <[http://www.nature.cz/natura2000-design3/web\\_lokality.php?cast=1804&akce=karta&id=1000143823](http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1804&akce=karta&id=1000143823)>.
- Newton I., 1998:** Population limitation in birds. Academic Press, London, 597 p.
- Newton I., 2008:** The Migration Ecology of Birds. Academic Press, London, 984 p.
- Olney P. J. S., 1963:** The food and feeding habits of Tufted Duck *Aythya Fuligula*. Ibis 105. 55-62 p.
- Owen M. & Black J. M., 1990:** Waterfowl Ecology. New York. Chapman and Hall. 194 p.
- Pairi Daiza © 2020:** Tufted Duck. A little diving duck (online) [cit. 28.05.2020], dostupné z <<https://www.pairidaiza.eu/en/activities/tufted-duck>>.
- Pavón- Jordán D., Clausen P., Dags M., Devos K., Encarnação V., Fox A. D., Frost T., Gaudard C., Hornman M., Keller V., Langendoen T., Ławicki Ł., Lewis L. J., Lorentsen S. H., Luigujou L., Meissner W., Molina B., Musil P., Musilová Z., Nilsson L., Paquet J. Y., Ridzon J., Stipniece A., Teufelbauer N., Wahl J., Zenatello M., Lehikoinen A., 2019:** Habitat-and species-mediated short- and long- term distributional changes in waterbird abundance linked to variation in European winter weather. John Wiley & Sons Ltd. WILEY Diversity and Distributions 25. 225-239 p.
- 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* (2017), 159, 352-365 p.
- Pykal J. & Janda J., 1994:** Početnost vodních ptáků na jihočeských rybnících ve vztahu k rybničnímu hospodaření. *Sylvia* 30. 3-11 s.
- Rainio K., Laaksonen T., Ahola M., Vähätalo A. V., Lehikoinen E., 2006:** Climatic responses in spring migration of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *Journal of avian biology*, volume 37, Issus 5. 507-515 p.
- Robinson J. A., 2005:** Tufted Duck *Aythya fuligula*. In: Kear J., *Bird families of the world: Ducks, geese and swans*. Oxford University Press, Oxford.
- Sanz J. J., 2003:** Large-scale effect of climate change on breeding parameters of pied flycatchers in Western Europe. *Ecography* 26: 45-50 p.
- Scott D. A. & Rose P. M., 1996:** *Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Eurasia*. Wetlands International, 336 p.
- Skuhrová, M., 2009:** Vliv klimatických změn na vodní ptáky. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, katedra zoologie, Praha 39 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“.
- Společnost spolupracovníků Kroužkovací stanice Národního muzea, © 2020:** O kroužkování ptáků (online) [cit. 23.01.2020], dostupné z <<http://krouzkovaniptaku.cz/o-krouzkovani-ptaku/>>.
- Šťastný K. & Bejček V., 1984:** Zkušenosti s melioracemi rybníků jako hnízdišť vodního ptactva. Sbor. Vodní ptactvo a jeho prostředí v ČSSR. Brno. 241-262 s.
- Šťastný K., Bejček V., Hudec K., 2006:** *Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001-2003*. Aventinum, 464 s.
- Šťastný K., 2016:** Historie sčítání a mapování ptáků u nás a v Evropě. *Ptačí svět* 2/2016. 6-7 s.

- Šťastný K. & Hudec K., 2016:** Ptáci: Aves. 3., přepracované a doplněné vydání. Academia, Praha, 792 s.
- Walther G. R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T. J. C., Fromentin J. M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F., 2002:** Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389-395 p.
- Weller M. W., 1957:** An automatic nest-trap for waterfowl. *J. Wildl. Manage.* 21. 456-458 p.
- Westerskov K., 1950:** Methods for determining the age of game bird eggs. *J Wildlife Manage* 14. 56-67 p.
- Wetlands International © 2020:** Waterbird Population Estimates. (online) [cit. 26.03.2020], dostupné z <<http://wpe.wetlands.org>>.
- Yom-Tov Y., 2001:** An updated list and some comments on the occurrence of intraspecific nest parasitism in birds. *Ibis* 143: 133-143 p.
- Žalakevičius M., Bartkevičienė G., Ivanauskas F., Nedzinskas V., 2009:** The response of spring arrival dates of non-passerine migrants to climate change: a case study from Eastern Baltic. *Acta Zoologica Lituanica*, Vol. 19, No. 3. 155-171 p.