ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE

Populační dynamika hohola severního (Bucephala clangula) v jižních Čechách

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. RNDr. Petr Musil, Ph.D.
Konzultant: Ing. Markéta Čehovská
Zpracovala: Bc. Jana Kačenová

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jana Kačenová

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Populační dynamika hohola severního (Bucephala clangula) v jižních Čechách

Název anglicky

Population dynamics of Common Goldeneye (Bucephala clangula) in South Bohemia

---

Cíle práce

Hohol severní je původně boreální druh kachny hnízdící na našem území od roku 1960. Postupně se rozšířil do řady oblastí republiky a jeho hnízdní populace je v poslední cca 30 letech více méně stabilizovaná. Cílem práce bude analýza vlivu klimatických podmínek (aktuální hnízdní sezóny, předcházející zimní sezóny) na načasování hnízdění a analýza vlivu, dostupnosti potravy (vyjádřené pomocí průhlednosti vody) a populační hustoty hohola severního na sledovaném území na jeho reprodukční úspěšnost (počet a velikost rodinek, relativní zastoupení samic vodících mláďata). Mláďata hohola severního se líhnou v počáteční fázi hnízdní sezóny (převážně v květnu). Lze předpokládat jejich vyšší přežívání při vyšších teplotách na jaře, ale existuje zde i možnost vyššího vyžíracího tlaku kapra (potravní konkurent) při vyšších teplotách. Nižší reprodukční úspěšnost lze předpoklad po hnízdních sezónách následujících po „tuhých" zimách, kdy jsou samice v horší kondici. V případě existence hustotní závislosti počtu dospělých samic na lokalitě a vyvedených mláďat, lze v letech s vyšší velikostí populace (počtem samic na počátku hnízdní doby) očekávat nižší reprodukční úspěšnost.

Metodika

Práce bude založena na vlastním sběru dat v terénu: sčítání ptáků, pozorování 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 hnízdních sezónách (2004 až 2018) na rybnících Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka. Předpokladem práce je i zpracování literární rešerše na dané téma.

Harmonogram:

- leden – říjen 2019: zpracování literární rešerše
- duben – červenec 2019: terénní práce
- srpen 2019 – prosinec 2019: analýza dat
- prosinec 2019 – duben 2020: příprava textové části diplomové práce

---

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

hohol severní, klimatické podmínky, potravní nabídka, načasování hnízdění, hustotní závislost

---

Doporučené zdroje informací

Amundson C. L. & Arnold T. W., 2011: The role of predator removal, density-dependence, and environmental factors on mallard duckling survival in North Dakota. Journal of Wildlife Management 75: 1330 – 1339.

Clark R. G., Pöysä H., Runko P. & Paasivaara A., 2014: Spring phenology and timing of breeding in short-distance migrant birds: phenotypic responses and offspring recruitment patterns in common goldeneyes. Journal of Avian Biology 45: 457 – 465.

Dunn, P. O. & Møller, A. P. 2014. Changes in breeding phenology and population size of birds. – Journal of Animal Ecology 83: 729–739.

Gardarsson, A. and Einarsson, A. 2008. Relationships among food, reproductive success and density of Harlequin Ducks on the River Laxa at Myvatn, Iceland (1975-2002). Waterbirds 31: 84–91.

Gunnarsson G., Elmberg J., Pöysä H., Nummi P., Sjöberg K., Dessborn L. et Arzel C., 2013: Density dependence in ducks: a review of the evidence. European Journal of Wildlife Research 59: 305 – 321.

Nummi P., Holopainen S., Rintala J. & Pöysä H., 2015: Mechanisms of density dependence in ducks: importance of space and per capita food. Oecologia 177: 679 – 688.

Oja H. & Pöysä H. 2007. Spring phenology, latitude, and the timing of breeding in two migratory ducks: implications of climate change impacts. Ann. Zool. Fennici 44: 475-485.

Owen, M. & Black, J.M. 1990. Waterfowl Ecology. Blackie, Glasgow and London, 196 s.

Paasivaara A. & Pöysä H., 2007: Survival of common goldeneye Bucephala clangula ducklings in relation to weather, timing of breeding, brood size, and female condition. Journal of Avian Biology 38: 144 – 152.

Pöysä H. & Paasivaara A., 2006: Movements and mortality of common goldeneye Bucephala clangula broods in a patchy environment. Oikos 115: 33 – 42.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Petr Musil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Markéta Čehovská

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 27. 06. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Populační dynamika hohola severního (*Bucephala clangula*) v jižních Čechách“ vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Petra Musila, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu své diplomové práce doc. Dr. RNDr. Petru Musilovi, Ph.D. za všechen jeho čas a cenné připomínky a rady.

Zvláštní poděkování patří mým rodičům a sestře, kteří mě podporovali při psaní diplomové práce a celou dobu mého studia.

Abstrakt

Tato práce zaměřená na populační dynamiku hohola severního (Bucephala clangula) v jižních Čechách se zabývá zkoumáním početnosti rodinek a mláďat zmíněného druhu. Monitoring probíhal na území jihočeské rybniční soustavy: na Třeboňsku, Soběslavsku a Jindřichohradecku. V letech 2004–2019 bylo zaznamenáno 457 samic na začátku sezóny a 236 rodinek v průběhu hnízdních sezón. Bylo zjištěno, že s větším počtem samic, klesá jejich produktivita.

Počet mláďat v rodinkách byl ovlivněn datem líhnutí a stářím mláďat. Nebyl prokázán vliv klimatických a potravních podmínek na počet mláďat v rodince.

Bylo prokázáno, že datum líhnutí mláďat hohola severního se postupně dlouhodobě snižuje. V posledních letech hnízdí dříve a přizpůsobuje se faktorům prostředí.

Klíčová slova: hohol severní, načasování hnízdění, hustotní závislost, klimatické podmínky, potravní nabídka

Abstract

This work focused on the population dynamics of the Common Goldeneye (Bucephala Clangula) in southern Bohemia deals with the study of the abundance of families and young of the just mentioned species. Monitoring took place on the territory of the South Bohemian pond system: in the Třeboň region, the Soběslav region and the Jindřichův Hradec region. Between 2004 and 2019, 457 females were recorded at the beginning of the season and 236 families during the research.

The number of young in the families was affected by the date of hatching and the age of the young. The influence of climatic and food conditions on the number of young in the family has not been proven

It has been shown that the hatching date of young Common Goldeneye is gradually decreasing. In recent years, it nests earlier and adapts to environmental factors.

Keywords: Common Goldeneye, nesting timing, density dependence, climatic conditions, food supply

Obsah

1 Úvod 9
2 Cíle 10
3 Hohol severní 11
3.1 Stručná charakteristika 11
3.2 Rozšíření a početnost v Evropě 13
3.3 Rozšíření a početnost v ČR 14
3.4 Faktory ovlivňující početnost a reprodukční úspěšnost hnízdící populace 15
4 Dlouhodobé změny početnosti vodních ptáků v ČR 16
4.1 Metodika sledování a zdroje dat 16
4.2 Zhodnocení dlouhodobých změn početnosti vodních ptáků v ČR 17
5 Metodika 18
5.1 Statistické zpracování dat 21
6 Výsledky 22
6.1 Dlouhodobý vývoj populace 22
6.2 Vliv klimatických a potravních podmínek na početnost a produktivitu 24
7 Diskuse 30
8 Závěr 32
9 Literatura 33

1 Úvod

Ptáci patří mezi nejlépe prozkoumanou třídu obratlovců s velmi pestrou druhovou rozmanitostí, a právě vodní ptáci tvoří velmi početnou skupinu. Tvoří významnou složku mokřadních a vodních ekosystémů. Nespornou výhodou je relativně snadná pozorovatelnost těchto druhů. Je známá řada metod, která vysvětluje, jak sledovat populační dynamiku, reprodukční úspěšnost a početnost vodních ptáků (Musil et Cepák 2004)

V České republice byl zaveden program Sčítání hnízdních populací vodních ptáků v roce 1988, který od té doby probíhá na našem území každoročně (Musil et al. 2001). Na Třeboňsku a přilehlých oblastech probíhá monitoring hnízdícího vodního ptactva již od roku 1981 (Musil et Fuchs 1994, Musil et al. 2001, Musil et Neužilová 2009). Cílem programu a monitoringu vodního ptactva je zjišťovat počty dospělých jedinců (včetně poměru pohlaví) a reprodukční úspěšnost (počet mláďat v rodinkách, velikost snůšky) (Musil 2005).

Jedním ze sčítaných druhů vodních ptáků je i hohol severní, který se převážně vyskytuje v evropské i asijské části holarktické oblasti. Hohol severní je původně boreální druh kachny (Cramp et Simmons 1977). Na našem území poprvé zahnízdil v roce 1960, konkrétně na Práterských rybnících u Třeboně (Mácha 1970). Od doby prvního zahnízdění v České republice se hohol severní nevyhnul určitým výkyvům v jeho početnosti. Mezi příčiny úbytku, nejen populace hohola severního, ale i jiných druhů vodních ptáků, patří zvýšená mortalita v důsledku botulismu (Chytil 1990), a převážně změny v rybničním hospodaření, zejména nárust rybích obsádek, který můžou mít vliv na průhlednost vody během sezóny (Musil et Šálek 1994, Pykal et Janda 1994, Musil et al. 2001). Dále, na úbytek populace mohla mít vliv degradace a zánik břehových porostů nebo zánik tůní a malých mokřadů v okolí rybníků (Musil et Cepák 2004). I přesto se hohol severní postupně rozšířil do řady oblastí České republiky a v posledních letech je jeho hnízdní populace více méně stabilní.

2 Cíle

Tato práce je zaměřena na studium početnosti populace hohola severního (*Bucephala clangula*) v jižních Čechách.

Cílem práce je zhodnocení klimatických podmínek aktuální hnízdní a zimní sezóny na načasování hnízdění. Dále proběhne analýza vlivu, dostupnosti potravy, které bude vyjádřené pomocí průhlednosti vody.

Dalším cílem práce bude zhodnotit reprodukční úspěšnost pomocí počtu a velikosti rodinek a zastoupení samic, která vodí mláďata.

3 Hohol severní

3.1 Stručná charakteristika

Hohol severní je ptačí druh, patřící do řádu vrubozobých, čeledi kachnovitých a Tribu Mergini (Morčáci).

Tato potápivá kachna hnízdící v dutinách stromů. Patří mezi severské středně velké kachny, dorůstá 42-50 cm a hmotnosti 0,6–1,1 kg (Šťastný et Hudec 2016).

Dospělý samec má tmavou hlavu s nádechem nazelenalé barvy, s kruhově bílou skvrnou mezi okem a zobákem. Zobák je černý, oči jsou výrazně žluté. Černý hřbet s černobílým pruhováním na bocích. Oproti tomu mají dospělé samice čokoládově hnědě zbarvenou hlavu bez bílé skvrny, černý zobák se žlutou skvrnou. Krk šedobílý, tělo nenápadně zbarvené v odstínech šedé a hnědé barvy. (Snow et Perrins 1998) (Obr.1).

Obr. 1 Samec a samice hohola severního (URL 1)

Nejhojněji se vyskytuje v areálu původního boreálního jehličnatého lesa, jehož rozšíření kopíruje z velké části rozmístěním svého hnízdního areálu. Dále k jihu se objevuje i ve smíšených lesích, v blízkosti řek nebo jezer s dostatečnou produktivitou (Cramp at Simmons 1977, Hagemeijer et Blair 1997).

Potrava dospělců se převážně skládá ze živočichů, včetně měkkýšů, malých korýšů, vodního hmyzu a různých larev (Cramp et Simmons 1977). Mláďata hohola severní opouští hnízdo brzy po vylíhnutí, a poté se sama krmí podobnou potravou jako dospělí jedinci (Eriksson 1976).

Samice hoholů hnízdí převážně od dubna až května jednou ročně. Nejčastěji k zahnízdění vyhledávají dutiny stromů, dokážou využívat i umělé hnízdní budky v blízkosti sladkovodních nádrží. Hnízdo je vystláno především prachovým peřím a materiálem z okolí (Hudec 1994, Šťastný & Hudec 2016). Samice snáší 6-11 modrozelených oválných vajec s průměrnými rozměry 59x43mm a váhou 63 g. Inkubace trvá přibližně 28-30 dní. Mláďata po vylíhnutí jsou v hnízdě 24-37 hodin, poté hnízdo opouštějí (Cramp 1978). Samice se o mláďata stará po dobu dvou až tří týdnů, ale Šťastný et al. (2006) uvádí že samice vodí svá mláďata 60-70 dní a ve dvou měsících jejich věku jsou schopna létat (Sauer 1996). Mláďata jsou černobíle zbarvená (Šťastný el al. 2006) (Obr.2). Pohlavní dospělost mláďat nastává ve druhém roce jejich života (Hudec 1994).

Obr 2. Mláďata hohola severního (URL 2)

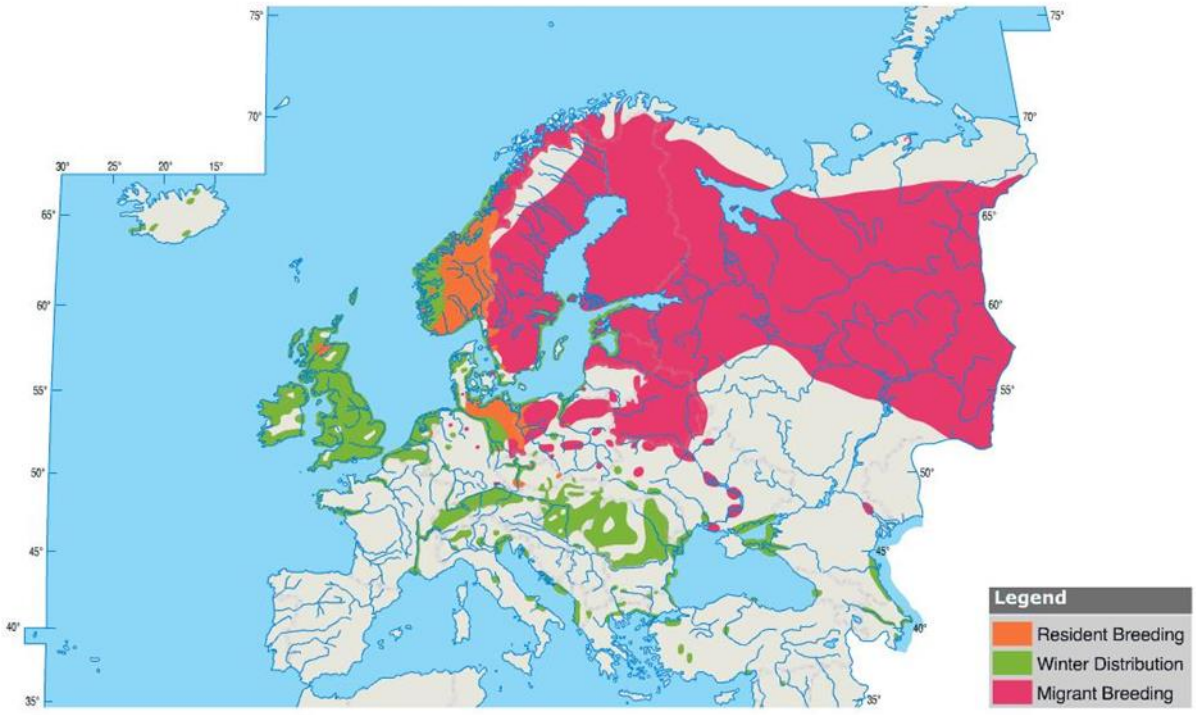
3.2 Rozšíření a početnost v Evropě

Hohol severní je holarktický druh (Cramp et Simmons 1977). Hnízdní populace hohola se rozprostírá od severní Evropy po střední Evropu (Cramp et Simmons 1977, Snow et Perrins 1998). Hlavním evropským areálem rozšíření je Skandinávie, Finsko a Rusko (Šťastný et al. 2006, Birdlife International 2020). Hnízdění bylo zaznamenáno v malých počtech například i v Turecku nebo Rumunsku a Bulharsku. Areál rozšíření významně zasahuje i do Severní Ameriky a do severní Asie (zejména Rusko) (Snow et Perrins 1998).

V Evropě, hoholi, zimují na nezamrzajících vodách velkých řek, jezer a rybníků, dokážou zimovat i na mořském pobřeží (Rose et Scott 1996, Šťastný et al. 2006).

Většinou přezimují u pobřeží Baltu, na britských ostrovech, na západním evropském pobřeží a u velkých evropských jezer (Šťastný et al. 2006).

V Evropě zimuje asi 1 260 000 – 1 560 000 jedinců (Musil et Musilová 2014), hnízdí zhruba 490 tisíc párů (Šťastný et al. 2006). Odhady populace naznačují, že evropská populace hohola severního je stabilní, místy se počty i zvyšují (Delany et Scott 2006).



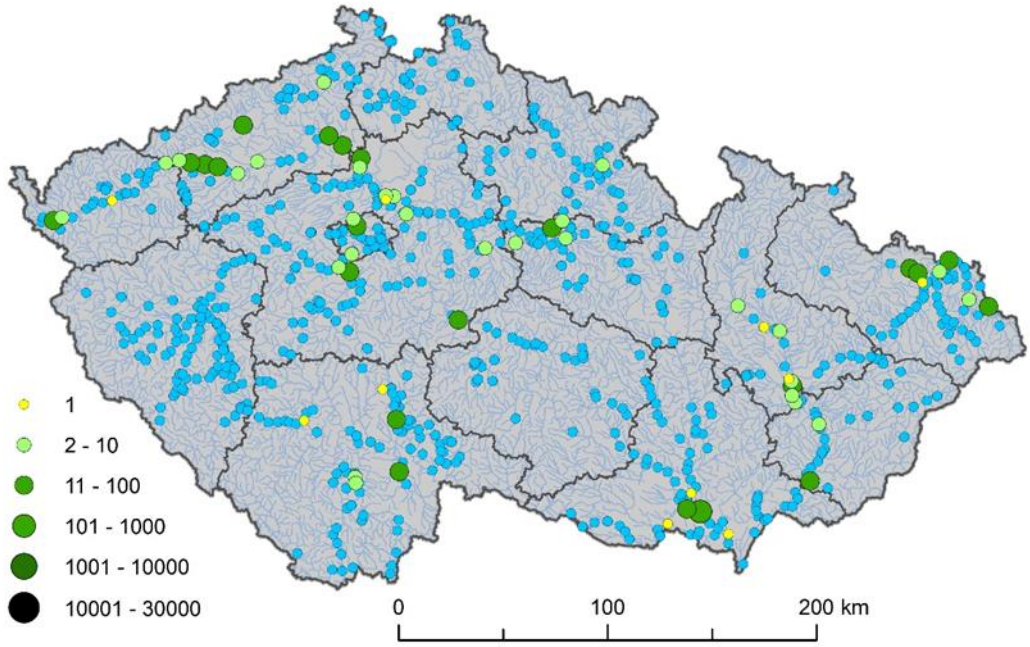
Obr. 3 Rozšíření hohola severního v Evropě

3.3 Rozšíření a početnost v ČR

První pár hohola severního, který zahnízdil v jižních Čechách, konkrétně na Třeboňsku, byl zaznamenán v roce 1960 a postupně se začal šířit dále (Hudec 1994). V roce 1960 bylo zaznamenáno celkově šest rodinek. Díky tomu se v této oblasti začaly od roku 1961 vyvěšovat hnízdní budky (Mácha 1970). V České republice, na Třeboňsku, hnízdí hoholi pravidelně od roku 1960 až do současnosti (Šťastný et al.

2006, Lemberk 1997). Hohol severní poprvé zahnízdil i v jiné oblasti v roce 1975 u Hluboké nad Vltavou a hnízdící páry se začaly objevovat i na jiných lokalitách (Hudec 1994).

Zimujících hoholů je u nás mnohem více. Populace zimujících jedinců byla v roce 2014 odhadnuta na 700-1300 kusů (Musilová et al. 2014). Hohol severní zimuje na nezamrzajících řekách ve středních a severních Čechách a na jižní Moravě. Konkrétně na řekách Labe, Vltava, Ohře a Dyje. V chladných zimách se na našem území pohybuje více jedinců než v zimách s mírnějším průběhem. Počty lokalit, kde hoholi zimují, se postupně zvyšují (Musil et Musilová 2014). V lednu 2019 bylo zaznamenáno 1313 jedinců na 60 lokalitách.



Obr. 4 Distribuce hohola severního na základě Mezinárodního sčítání vodních ptáků v lednu 2019. V mapě jsou zachyceny žlutými zelenými až černými kroužky (podle početnosti na jednotlivých lokalitách) lokality s výskytem druhu. Modré kroužky pak ukazují sledované lokality, kde však nebyl hohol severní druh zjištěn (Musil et al. 2019).

3.4 Faktory ovlivňující početnost a reprodukční úspěšnost hnízdící populace

Po dobu od vylíhnutí až k osamocení mláďat, mohou mláďata trpět zvýšenou mortalitou, která může být způsobena vnějšími faktory ale i individuálními vnitrodruhovými rozdíly. Mezi vnější faktory patří: vysoká populační hustota, predace, nedostatek potravy nebo nepříznivost počasí. Mezi individuální vnitrodruhové faktory rozdíly patří: načasováni snůšky nebo kondice samic (Owen et Black 1990).

Některé studie naznačují, že migranti na krátké vzdálenosti, mezi které patří i hohol severní, se dokážou lépe přizpůsobit přírodním podmínkám, a tak lépe přizpůsobit načasování hnízdění (Møller et al. 2008, Both et al. 2010, Jones et Cresswell 2010), ačkoliv toto tvrzení zpochybnil Knudsen et al. (2011).

Na přežívání kachňat může mít vliv věk kachňat, faktory prostředí a vlastnosti (kondice) samic (Amundson et Arnold 2011). Několik studií se shoduje, že mladší kachňata přežívají s menší pravděpodobností než starší kachňata (Pietz et al. 2003, Chouinard et Arnold 2007), pravděpodobně kvůli velkému predikčnímu tlaku, omezeným schopnostem hledat potravu nebo neschopnosti účinné termoregulace po narození kachňat (Drever et al. 2004). Pietz et al. (2003) uvádí, že načasování snůšky a líhnutí a vlastnosti samic, jako je věk a kondice, také ovlivňují přežití kachňat. Chouinard et al. (2007) tvrdí, že nejvýznamnější příčinou smrti kachňat je právě predace.

4 Dlouhodobé změny početnosti vodních ptáků v ČR

4.1 Metodika sledování a zdroje dat

Odhadování početnosti různých druhů živočichů má dlouhou tradici, která je s člověkem spojená už stovky let. Z toho ptáci jsou druhově bohatou skupinou, která obývá různorodá stanoviště a jsou považována za příkladné modelové organismy (Musil 2005).

Metodika sčítání (sledování) vodního ptactva stanovuje doporučený termín sčítání, zahrnuje i sčítané druhy. Optimální doba pro sčítání je mezi 10. – 14. hodinou, kdy zimující ptáci bývají v největším klidu. Viditelnost je důležitý faktor, který ovlivňuje výsledky ze sčítání ptactva (URL 3).

Mezi nejběžnější zdroje dat patří mezinárodní sčítání vodních ptáků v lednovém termínu, které probíhá v celé Evropě. V databázové podobě jsou data od roku 1971 (Musil 2005). Dále mimo hnízdní sčítání vodních ptáků v dubnovém a říjnovém termínu. Je to jediný program, který se zabývá početností ptáků v průběhu jarního a podzimního tahu. Výsledky tohoto sčítaní jdou použit pro monitoring hnízdících ptáků na základě údajů z předhnízdního a pohnízdního období. (Musil 2001, Musil 2005). Sčítání hnízdních populací vodních ptáků v České republice probíhá každý rok už od roku 1988. Na 464-712 vodních plochách po celém území se zaznamenávají počty jedinců i s poměrem pohlaví, dále se dokumentuje reprodukční úspěšnost (např. velikost snůšky nebo počet mláďat v rodinkách). Monitoring probíhá v hnízdní době (Musil 1995, Musil 2005). Dále to jsou atlasy rozšíření ptáků v České republice. Několik atlasů v České republice už vyšlo, což vede ke srovnání a zhodnocení jednotlivých druhů (Šťastný et. al 1987, Šťastný et. al 1997, Šťastný et. al 2006). Zdroje dat máme také z kroužkovacích údajů a z mysliveckých statistik (Musil 2001, Musil 2005).

4.2 Zhodnocení dlouhodobých změn početnosti vodních ptáků v ČR

Změny v početnosti vodních ptáků na našem území, sledují ornitologové od konce minulého století (Čapek 1890). Do 70. let 20. století byl postupně registrován nárůst početnosti některých druhů kachen, například polák velký nebo kopřivka obecná (Šťastný et al. 1987). V této době se v České republice staly nově hnízdícími druhy polák chocholačka, zrzohlávka rudozobá a hohol severní. Jejich početnost se postupně zvyšovala a docházelo k osídlování nových oblastí stávajícími a těmito druhy kachen (Musil 2001, Musil 2005).

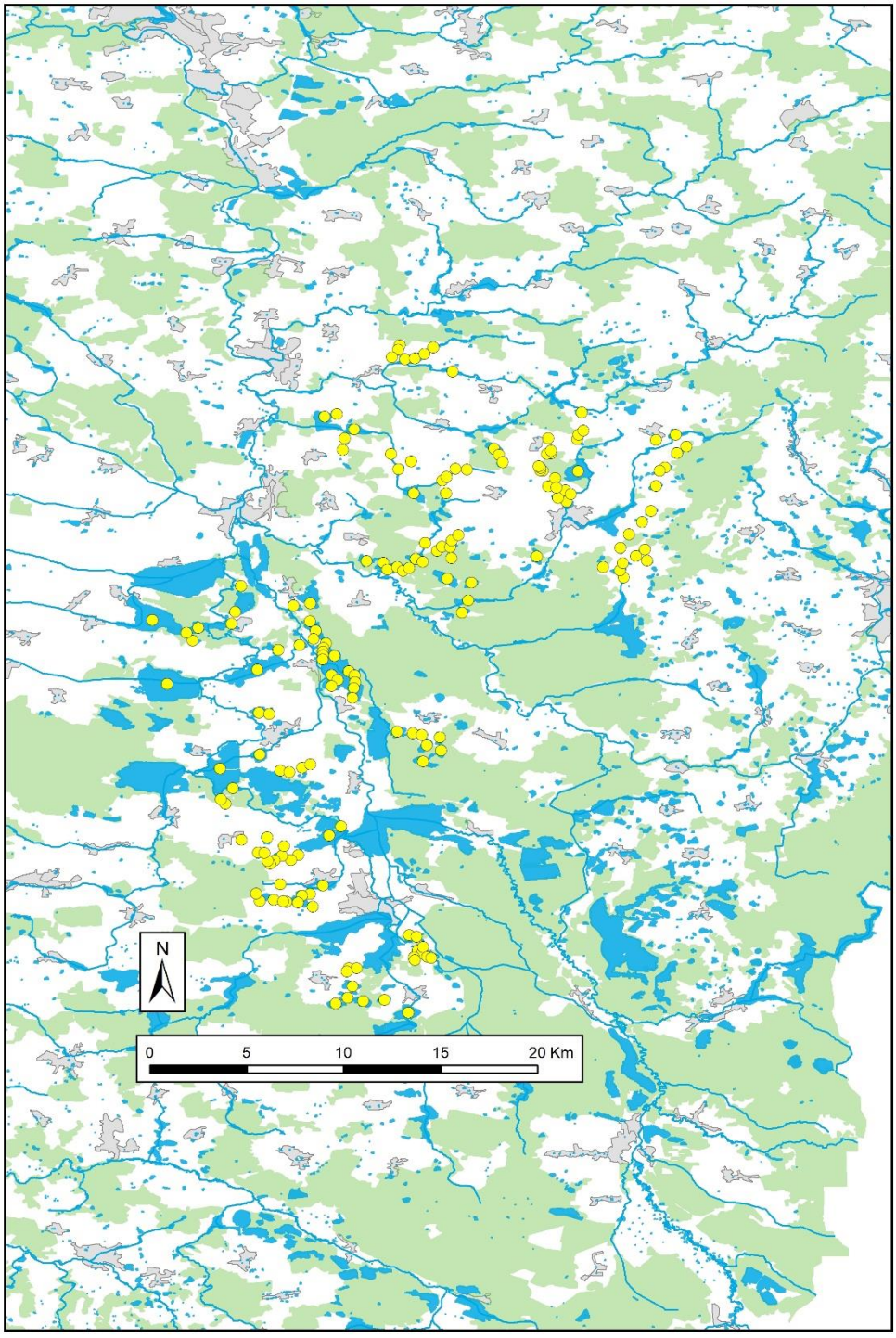
Zlom nastal po roce 1980. Byl zaznamenám značný pokles početnosti zmiňovaných druhů kachen ve všech rybničních oblastech Čech a Moravy (Musil 2005). Mezi hlavní příčiny snížení početnosti vodních ptáků jsou uváděny: ubývání hnízdních možností, zánik litorálních porostů (Musil et al. 2001), nárůst nehnízdící složky populace (Musil 1990), zvýšení predace v době hnízdění, zvýšení produkce rybníků a jejich přihnojování v důsledku snižování průhlednosti vody (Musil 2001, Musil et al. 2001, Musil et al. 2002). Za úbytek početnosti vodních ptáků může kombinace výše uvedených faktorů.

Vývoj početnosti vodních ptáků po roce 1988 poukázal, že pokles početnosti byl méně dramatický na rozdíl od první poloviny 80. let (Musil 2005).

5 Metodika

Již od roku 1981 probíhá na Třeboňsku a přilehlých oblastech monitoring hnízdícího vodního ptactva (Musil et Fuchs 1994, Musil et al. 2001, Musil et Neužilová 2009).

Od roku 2004 tento monitoring probíhá pravidelně na 175 rybnících Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka (Obr. 5). Sčítání je prováděno z veřejně přístupných míst, tak aby nedocházelo k rušení vodních ptáků. Monitoring je založen na sčítání vodních ptáků v době rozmnožování, čili od dubna do srpna. Sčítání probíhá v pravidelných intervalech každých 10 až 14 dní v daném období. Při kontrolách je monitorována početnost jednotlivých druhů i zastoupení počtu samic a samců. Dále jsou zjišťovány údaje o jednotlivých rodinkách, počet a stáří mláďat (Čehovská et al. 2019). Takto je možno identifikovat jednotlivé rodinky (Gollop et Marshall 1954, Du Rau et al. 2003, Broyer 2019) odhadnout i načasování jejich hnízdění (Elmberg et al. 2006, Oja et Pöysä 2007, Clark et al. 2014) nebo ke stanovení reprodukční úspěšnosti (celková produkce mláďat) sledovaného druhu a populací (Owen et Black 1990, Paasivaara et Pöysä 2007). Kompletní údaje (tj. počet mláďat při prvém pozorování rodinky a odhadnuté datum vylíhnutí mláďat) bylo zjištěno u 228 rodinek, jejichž počet se v jednotlivých sezónách pohyboval mezi 5 a 27 rodinkami.



Obr. 5 Mapa sledované oblasti s vyznačením rybníků pokrytých sčítání Mapový podklad: CORINE Land Cover 2012 (URL 4)

Hodnocení produktivity

Hodnocení produktivity populace hohola bylo založeno na analýze údajů o počtu zjištěných rodinek a aktuální velikosti hnízdní populace (viz např. Poláková et al. 2018). Jednotlivé rodinky byly identifikovány podle počtu a stáří mláďat (Gollop & Marshall 1954, Du Rau et al. 2003, Broyer 2019) na základě údajů získaných při opakovaných kontrolách v průběhu hnízdní sezóny (duben až srpen) 2019. Velikost hnízdní populace byla hodnocena na základě počtu samic přítomných na sledovaných rybníkách na počátku hnízdní sezóny (tj. v druhé polovině dubna). Relativní produktivita byla hodnocena jako poměr počtu rodinek a samic přítomných na počátku hnízdní sezóny na zájmové lokalitě (viz např. Poláková et al. 2018, Broyer et al. 2019).

Průhlednost vody

Průhlednost vody byla zjišťována při kontrolách v poslední dekádě května pomocí Secchiho desky. Průměrná hodnota průhlednosti vody byla použita jako indikátor trofického stavu rybníků i dostupnosti potravy v dané hnízdní sezóně pro bentofágního hohola severního (IUCN 1996, Musil et al. 1997, Musil 2006).

Klimatické podmínky

Hodnoty indexu severoatlantské oscilace (North Atlantic Oscilation Index = NAO Index), byly použity jako charakteristika vysvětlující povětrnostní podmínky zímní 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 Musil et al. 2009, Podhrázský et al. 2017).

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

5.1 Statistické zpracování dat

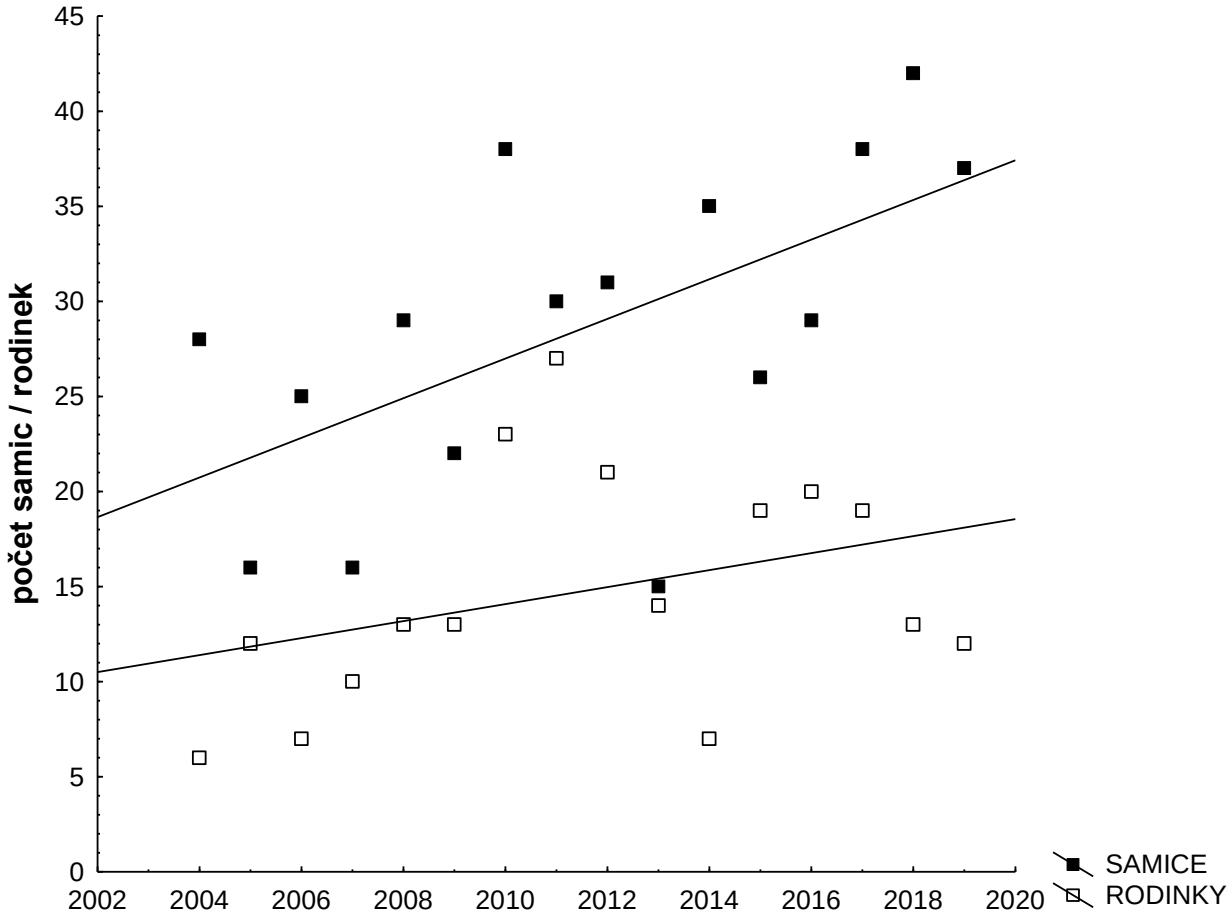
Dlouhodobé trendy populačních charakteristik, vliv klimatických charakteristik a průhlednosti vody na populační charakteristiky a na načasování hnízdění (datum líhnutí mláďat) a byly analyzovány pomocí lineární regresní analýzy. Vliv různých faktorů na počet mláďat v rodinkách byl analyzován pomocí vícerozměrné regresní analýzy. Statistické výpočty byly provedeny ve programu Statistica 13.

6 Výsledky

6.1 Dlouhodobý vývoj populace

V letech 2004–2019 (n=16) prokázán statisticky průkazný (r=0.596; P=0.015) nárůst počtu samic zjištěných na počátku hnízdní sezóny. Změny počtu rodinek (r=0.347; P=0.188) a změny relativní produktivity (r=-0.008; P=0.976) nebyly statisticky průkazné.

Obr. 6 Dlouhodobý vývoj populace sledované hohola severního v letech 2004–2019

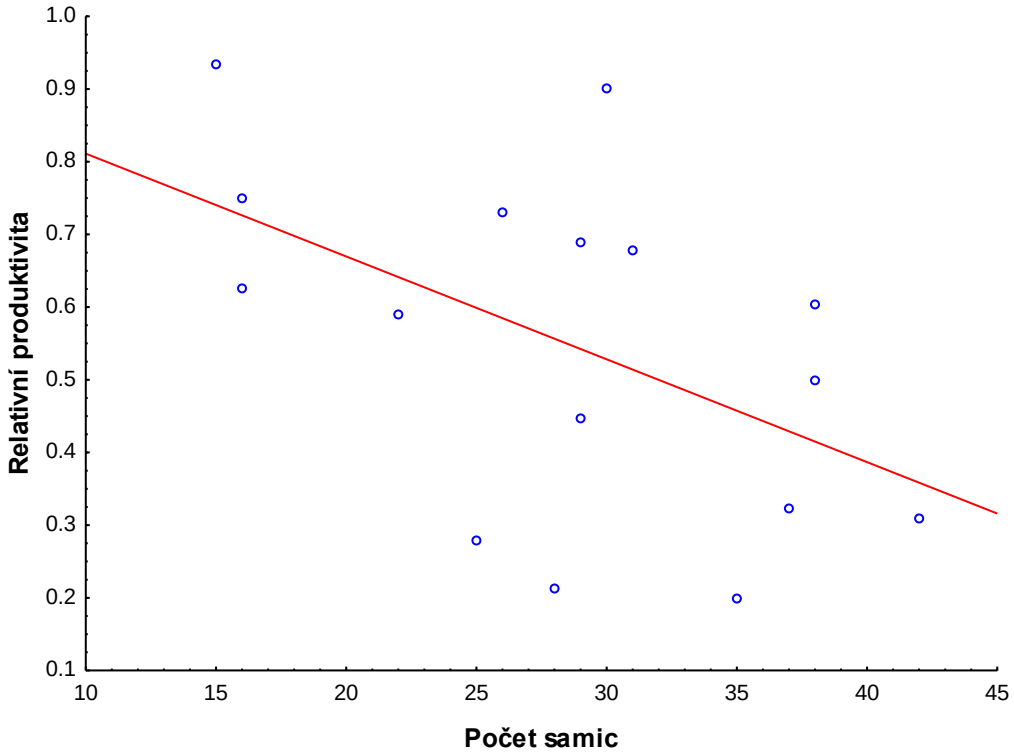


Počet samic zjištěných na počátku hnízdní sezóny neměl vliv na počet rodinek (r=-0.252; P=0.347). Relativní produktivita negativně korelovala s počtem samic

zjištěných na počátku hnízdní sezóny rodinek (r=-0.505; P=0.046) a byla i pozitivně korelována s počtem zjištěných rodinek (r=-0.676; P=0.004).

Tab. 1 Populační charakteristiky hohola severního na sledovaných rybnících v letech 2004 až 2019

rok	počet samic na počátku sezóny	počet rodinek	relativní produktivita
2004	28	6	0.214
2005	16	12	0.750
2006	25	7	0.280
2007	16	10	0.625
2008	29	13	0.448
2009	22	13	0.591
2010	38	23	0.605
2011	30	27	0.900
2012	31	21	0.677
2013	15	14	0.933
2014	35	7	0.200
2015	26	19	0.731
2016	29	20	0.690
2017	38	19	0.500
2018	42	13	0.310
2019	37	12	0.324
Celkem	457	236	0.516



Obr. 7 Vztah mezi relativní produktivitou počtem samic hohola severního

6.2 Vliv klimatických a potravních podmínek na početnost a produktivitu

Tab. 2 Vliv klimatických charakteristik na počet samic a produktivitu hohola severního v letech 2004-2019. V tabulce jsou uvedeny hodnoty korelačních koeficientů a v závorkách hladiny významnosti.

Populační charakteristika	NAO Index (v předch. zimě)	Teplota v březnu	Teplota duben a květen	Srážky duben a květen	Průhlednost vody v květnu
Počet samic na počátku hnízdní sezóny	-0.046 (0.865)	0.441 (0.087)	-0.002 (0.993)	0.411 (0.114)	0.091 (0.738)
Počet rodinek	-0.152 (0.574)	0.219 (0.415)	-0.122 (0.653)	-0.148 (0.584)	0.116 (0.669)
Relativní produktivita	-0.046 (0.867)	-0.174 (0.520)	-0.067 (0.805)	-0.318 (0.230)	-0.041 (0.879)

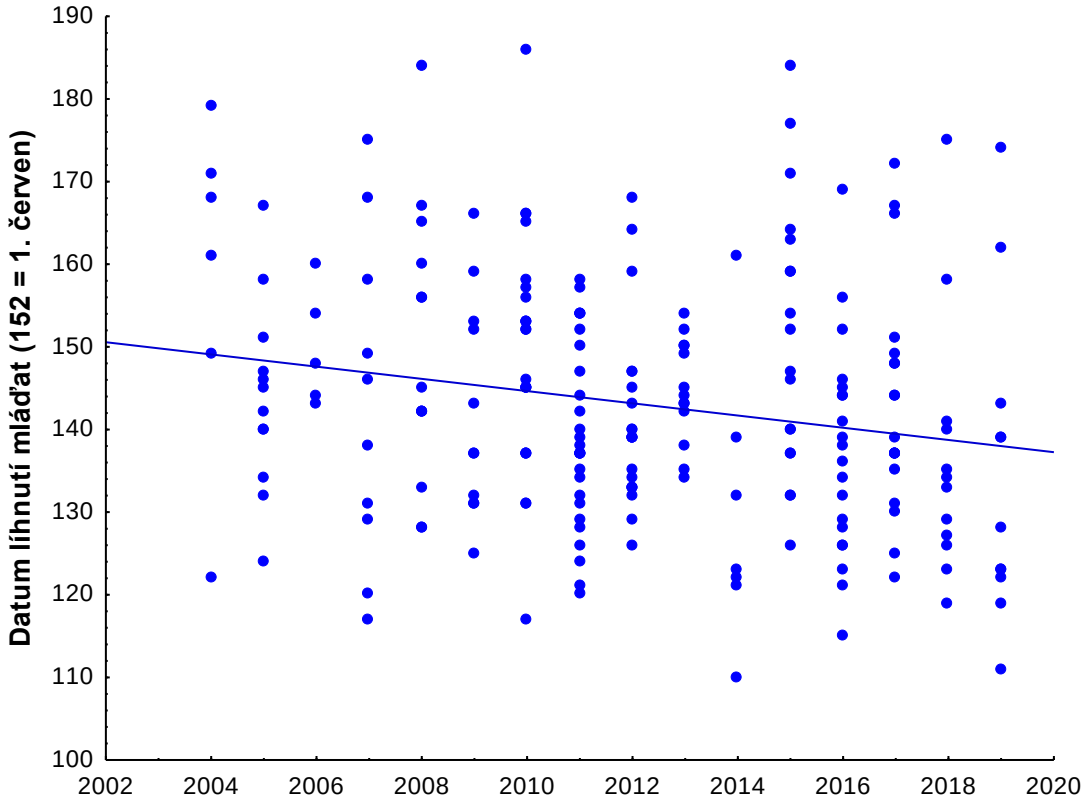
Klimatické podmínky (NAO Index v předchozí zimní sezóně, teplota v březnu, teplota duben a květen, srážky duben a květen) neměly v letech 2004–2019 (n=16) statisticky průkazný vliv na počet rodinek ani na relativní produktivitu populace. Obdobně nebyl prokázán ani vliv průměrné průhlednosti vody.

6.3. Načasování hnízdění

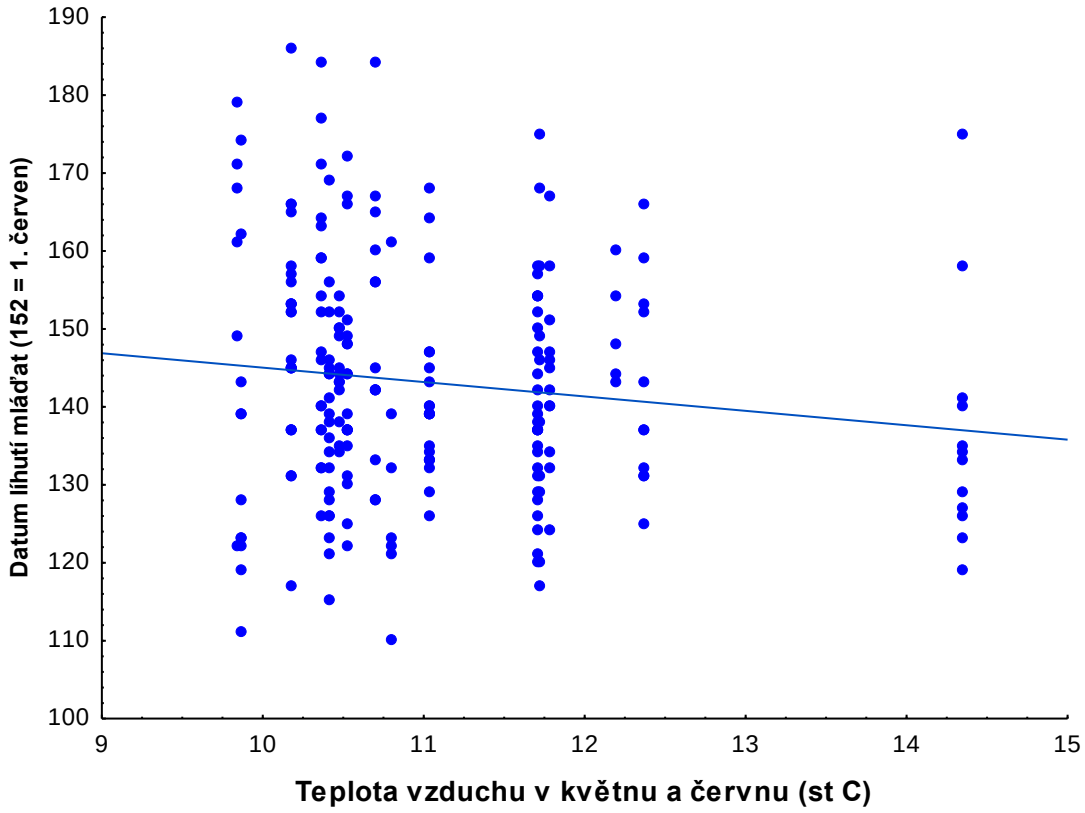
Načasování hnízdění bylo hodnoceno jako datum líhnutí mláďat, který by stanoven na základě zaznamenání stáří rodinek hohola severního. Datum líhnutí rodinek se pohyboval mezi 20. dubnem až 5. červencem (průměr ± směrodatná odchylka = 23. květen ± 14,9). Datum líhnutí mláďat hohola severního se dlouhodobě snižuje (Tab. 3, Obr. 8), což znamená, že v posledních letech hnízdí dříve. Dříve hnízdí v teplejších sezónách a v letech s nižší průhledností vody (Tab. 3, Obr. 9, Obr. 10). Tyto faktory jsou však vzájemně kdy s rostoucí teplotou v květnu klesá průhlednost vody ($r = -0.713$, $P = 0.002$, $n = 16$).

Tab. 3. Vliv klimatických a potravních charakteristik na datumu líhnutí hohola severního v letech 2004-2019; n = 228 rodinek). V tabulce jsou uvedeny hodnoty korelačních koeficientů (r) a v závorkách hladiny významnosti (P)

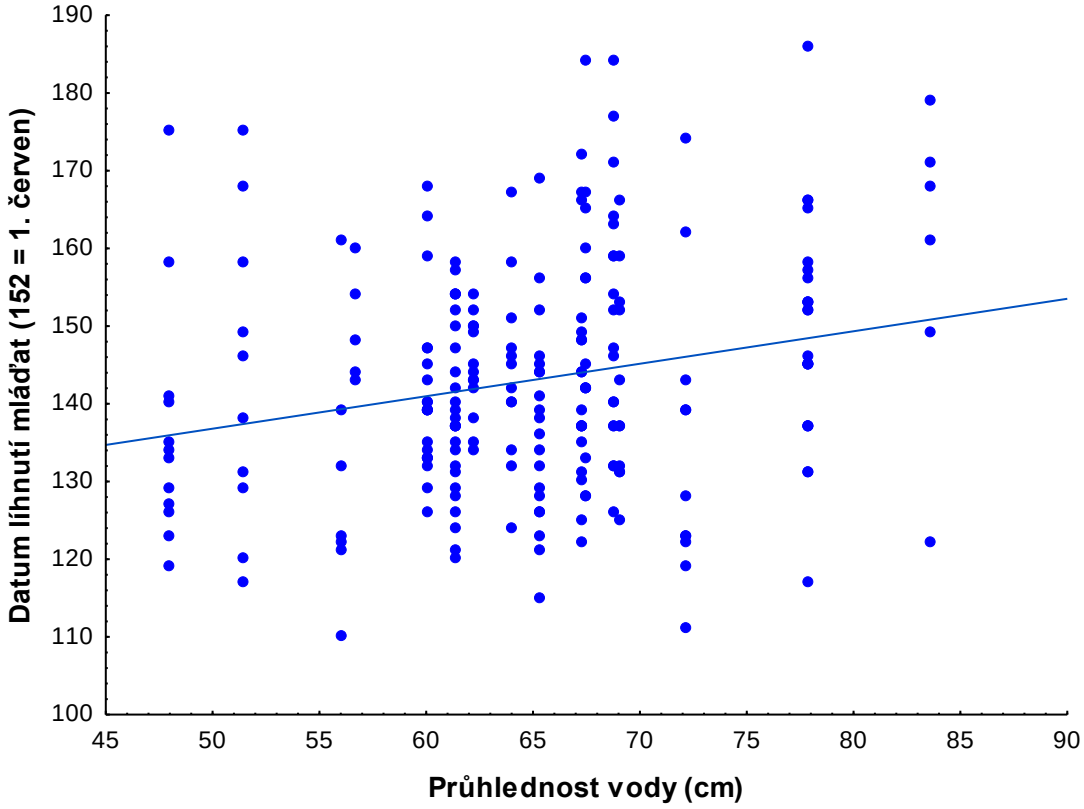
Charakteristika	r	P
Rok (dlouhodobý trend)	**-0.203**	**0,002**
NAO Index v předchozí zimní sezóně	-0.122	0.067
Teplota vzduchu v březnu	0.101	0.098
Teplota vzduchu v dubnu a květnu	-0.129	0.051
Srážky v dubnu a květnu	-0.049	0.459
Průhlednost vody v květnu	**0.222**	**0.001**



Obr. 8 Dlouhodobý vývoj datumu líhnutí (načasování hnízdění) hohola severního



Obr. 9 Vliv teploty na datum líhnutí (načasování hnízdění) hohola severního



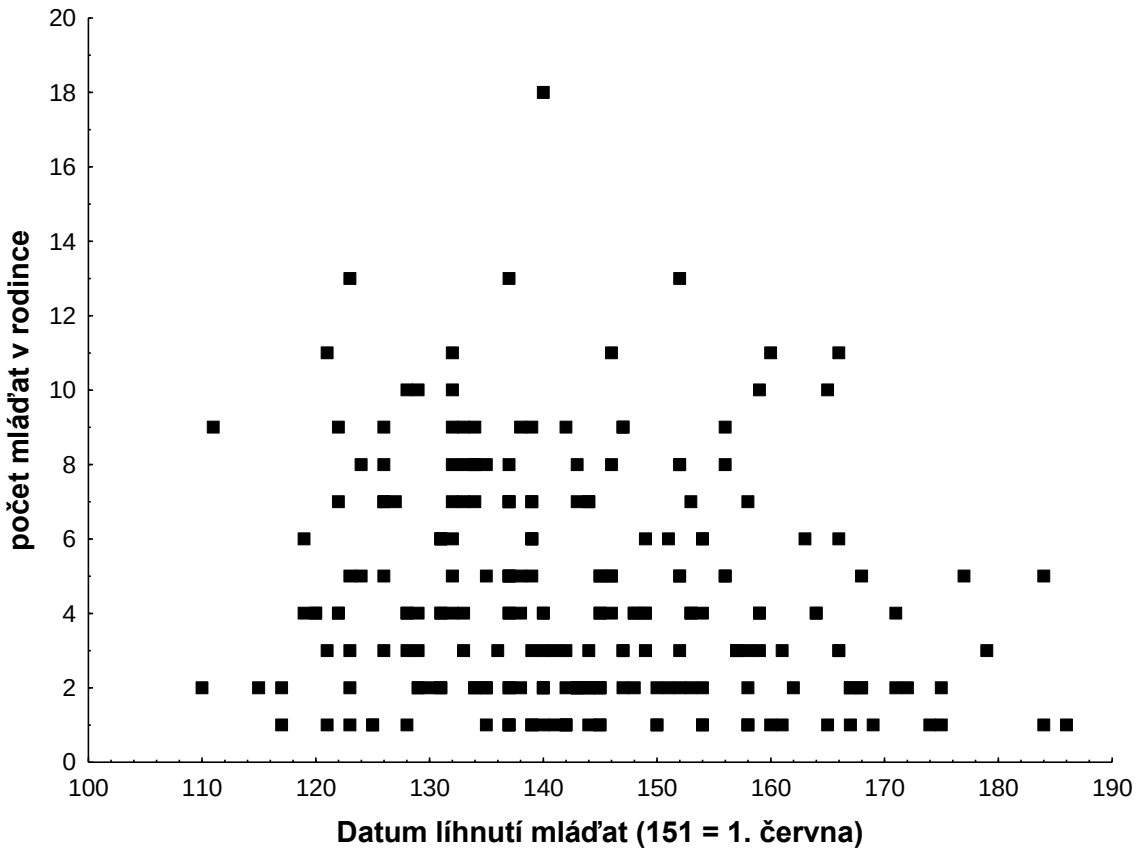
Obr. 10 Vliv průhlednosti vody na datum líhnutí (načasování hnízdění) hohola severního

6.4. Počet mláďat v rodinkách

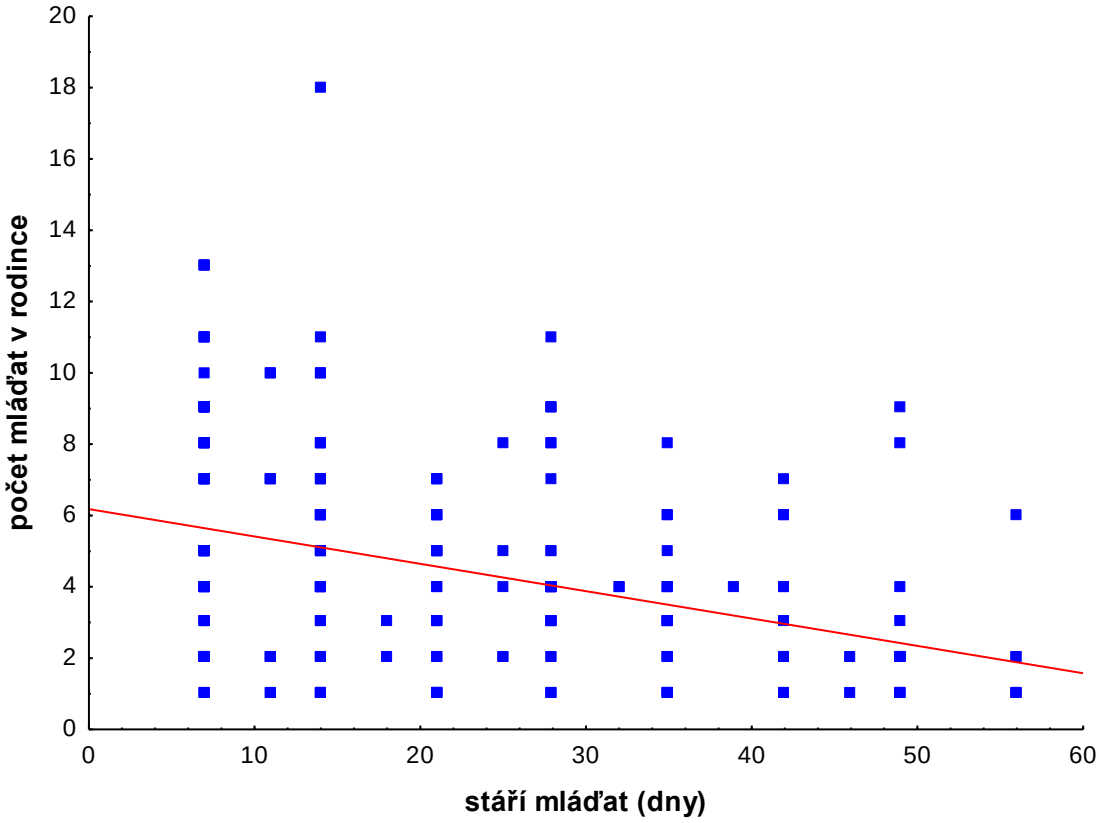
Počet mláďat v rodinkách hohola severního byl signifikantně ovlivněn datem líhnutí a stářím mláďat, přičemž docházelo k poklesu počtu mláďat s rostoucím datem líhnutí (Obr. 10) i s rostoucím stářím rodinky (Obr. 11). Nebyl prokázán dlouhodobý trend (vliv roku) ani vliv klimatických a potravních podmínek na počet mláďat v rodince (Tab. 4).

Tab. 4 Vícerozměrná regresní analýza faktorů ovlivňujících počty mláďat hohola severního v rodinkách.

Faktor	Regresní koeficient	Směrodatná chyba	P
Datum líhnutí	**-0,208**	**0,063**	**0.001**
Stáří mláďat	**-0,393**	**0,063**	**< 0.001**
Rok (dlouhodobý trend)	-0,003	0,089	0.972
NAO Index v předchozí zimní sezóně	-0,068	0,102	0.506
Teplota vzduchu v březnu	-0,051	0,086	0.558
Teplota vzduchu duben a květen	0,108	0,124	0.384
srážky duben a květen	-0,167	0,110	0.131
Průhlednost vody v květnu	0,013	0,124	0.914



Obr. 11 Vztah mezi datumem líhnutí a počtem mláďat v rodinkách hohola severního.



Obr. 12 Vztah mezi datumem líhnutí a počtem mláďat v stářím mláďata hohola severního.

7 Diskuse

Na základě podrobných údajů z dlouhodobého sledování dospělých jedinců a mláďat hohola severního nemůžeme tvrdit, že nárust počtu dospělých jedinců souvisí s produktivitou chovu. V oblasti studie nedochází k dlouhodobému nárustu počtu mláďat hohola severního. Zvýšení velikosti populace není výsledkem vyšší produktivity populace měřené ročními počty mláďat, ale můžou za to jiné faktory.

Některé studie tvrdí, že při zvýšení hustoty počtu párů se snížila produkce hnízd a mláďat (Pöysä et Pöysä 2002, Gunnarsson et al. 20013). Další studie tvrdí, že při vysokých hustotách vodních ptáků mají hoholi nízký reprodukční úspěch či dokonce žádná mláďata (Nummi et al. 2015). V této práci sice byl prokázán nárůst samic na začátku hnízdní sezóny, ale počet samic nemá vliv na počet rodinek. Bylo prokázáno, že relativní produktivita se snižuje s vyšším počtem samic.

Dále se tato práce zabývala vlivem klimatických a potravních podmínek na početnost rodinek a produktivitu samic. Vyšlo, že klimatické podmínky (NAO Index v předchozí zimní sezóně, teplota v březnu, teplota v březnu a dubnu až květnu, srážky v dubnu a květnu) neměly statisticky průkazný vliv na počet rodinek ani na relativní produktivitu populace. Vliv klimatických podmínek, zejména teploty, vyloučil ze své studie i Clark et al. (2014). V jiných studiích vyšlo, že obecně změny klimatu mění fenologii, ale také ovlivňují počet potomků a pokusů o rozmnožování (Root et al. 2003, Lehikoinen et Sparks 2010, Dunn et Møller 2014). Dunn et Møller (2014) tvrdí, že změny klimatu (především nárůst globální průměrné teploty) ovlivňují stěhovavé ptáky tím, že se na svých hnízdištích objevují dříve. Mácha (1970) uvádí, dle svých dlouholetých pozorování, že čím dříve přijde jaro, tím dříve se hohol severní objevuje v České republice na rybnících. Toto tvrzení podporují některé obecné studie, které naznačují, že migranti na krátké vzdálenosti mezi, které právě patří i hohol severní, se dokážou lépe přizpůsobovat přírodním podmínkám, a tak i lépe načasovat hnízdění. S touto teorií ve své studii nesouhlasí Knudsen et al. (2011).

V oblasti studie se mláďata hohola severního líhnula mezi 20. dubnem a 5. červencem, v průměru se mláďata líhla 23. května. Bylo zjištěno, že dlouhodobě se datum líhnutí mláďat snižuje. Clark et al. (2014) ve své finské studii uvádí, že průměrné datum líhnutí mláďat bylo 9. června. V této studii bylo prokázáno, že na Třeboňsku a okolí, samice hohola hnízdí dříve v teplejších sezónách a v letech s nižší průhledností vody. Tyto dva faktory spolu vzájemně souvisí. S rostoucí teplotou v květnu klesá průhlednost vody. Faktor průhlednosti vody je důležitý v oblasti této

studie. V jižních Čechách bývá nízká průhlednost vody v důsledku intenzivního hospodaření v rybnících. Vysoká biomasa kapra v rybnících může znamenat limitující faktor pro hnízdění vodních ptáků, a naopak i pokles živin (snížení hnojení rybníků) může narušit reprodukční úspěch kachnovitých ptáků (Broyer et al. 2015). Vliv průhlednosti vody na počty rodinek a mláďat zjistili ve svých studiích např. Musil et al. (1997), Moreno-Ostos et al. (2007) nebo Atienzar et al. (2012). Finské studie neřeší vliv průhlednosti vody, ale spíše se zaměřují na kondici samic. Vychází jim, že starší samice hohola severního hnízdící dříve, měly lepší kondici a větší mláďata než mladší samice, které načasovaly snůšku později. Další analýza odhalila, že věk samic má přímý vliv na reprodukční investici (velikost vajec, počet vajec) (Clark et al. 2014). Paasivaara et Pöysä (2007) naznačují, že kondice samic má i vliv na přežívání mláďat hohola severního.

Ve finské studii odhalili, že datum líhnutí mláďat a klimatické podmínky nemají vliv na přežívání mláďat během prvního týdne jejich života. Značný vliv na přežívání mláďat měla kondice samic. Celkové přežití mláďat bylo závislé na věku, bylo znatelně nízké během prvního týdne po opuštění hnízda. Pouze 47 % kachňat přežilo první týden. Poté se výrazně zvýšilo a ustálilo se ve věku dvou až třech týdnů (Paasivaara et Pöysä 2007). Výsledky této práce jsou v rozporu s finskou studií. Počet mláďat byl signifikantně ovlivněn datem líhnutí mláďat hohola severního a stářím mláďat. K poklesu mláďat dochází s rostoucím datem líhnutí a s rostoucím stářím rodinky. Vyšlo, že na počet mláďat nemají vliv klimatické a potravní podmínky. Výsledky, ve studii autorů Nummi et al. (2015), ukazují, že počet mláďat hohola severního se mění podle množství bezobratlých v jezerech. Produkce je zřejmě ovlivněna dostupností potravy. I tato studie je v rozporu s výsledky, které vyšly v této práci. Byla pozorována agresivní setkání mezí páry na jaře, a i mezi samicemi v létě. Pozorováním bylo zjištěno, že mláďata hohola severního umírají při teritoriálních bojích (Nummi et al. 2015). Podobný jev zaznamenali i jiné studie (Savard 1987, Gauthier 1987). Amudson et Arnold (2011) vyhodnocují predaci jako významný vliv, který vedek úbytku mláďat hohola severního. Pravděpodobnost přežití mláďat se zvyšuje, pokus se jedná o seskupení jezer, rybníků, než když jde o izolovaná jezera, rybníky (Wayland et McNicoll 1994, Pöysä et Paasivaara 2006). K úmrtí mláďat dochází i při přecházení mezi jednotlivými vodními zdroji (Erikson 1979, Pöysä et Paasivaara 2006).

8 Závěr

Monitoring vodních ptáků, speciálně rodinek kachen probíhá v jižních Čechách od roku 1981. Na základě pozorování hohola severního mezi roky 2004–2019 mohly být provedeny analýzy, které se týkají početnosti rodinek a mláďat a reprodukční úspešnosti, vysvětlené pomocí klimatických a potravních podmínek.

Během sledovaného období bylo celkově zjištěno na počátku sezóny 457 samic a celkově 236 rodinek. Byl zjištěn nárůst samic hohola severního, ale tento nárůst negativně koreloval s relativní produktivitou.

Klimatické podmínky neměly žádný vliv na počet samic, počet rodinek ani na relativní produktivitu.

Načasování hnízdění bylo vyhodnocováno jako datum líhnutí mláďat, které bylo stanoveno na základě zaznamenávání stáří rodinek hohola severního. Hoholi hnízdí na našem území dříve, a proto je datum líhnutí stále nižší. Průměrné datum líhnutí bylo stanoveno na 23. května. Datum nejdřívějšího líhnutí bylo zaznamenáno 20. dubna. Datum líhnutí positivně koreluje s průměrnou průhledností vody. Když je voda čistší, tak jsou schopni zahnízdit i později. Nejpozdější datum líhnutí bylo zjištěno 5. července.

Počet mláďat v rodinkách hohola severního byl ovlivněn právě datumem líhnutí mláďat a jejich stářím. Později vylíhnuté rodinky měli méně mláďat. Počet mláďat v rodince klesá s jejich stářím, protože dochází k mortalitě mláďat.

Výsledky této diplomové práce můžou pomoci pochopit životní strategie hohola severního. Všechny tyto informace mohou posloužit pro další studie o tomto druhu.

9 Literatura

Amundson C. L. & Arnold T. W., 2011: The role of predator removal, density-dependence, and environmental factors on mallard duckling survival in North Dakota. Journal of Wildlife Management 75: 1330-1339.

Atiénzar F., Antón-Pardo M., Armengol X., Barba E., 2012: Distribution of the white-headed duck Oxyura leucocephala is affected by environmental factors in a Mediterranean wetland. Zoological Studies 51:783–792.

Both C., Van Turnhout C. A., Bijlsma R. G., Siepel H., Van Strien A. J., Foppen, R. P. B., 2010: Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. – Proc. R. Soc. B 277: 1259–1266.

Broyer J., 2019: Recent changes in pair abundance and breeding results in the main French populations of the Common Pochard Aythya ferina. Vol. 69, Wildfowl, P. 176-187.

Broyer J, Bourguemestre F., Chavas G., Chazal R., 2015: Temporal variation in pond use and breeding success for ducks in French fishpond regions: on possible consequences of a decline in fish farming. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 31: 1–13.

Clark R. G., Pöysä H., Runko P. & Paasivaara A., 2014: Spring phenology and timing of breeding in short-distance migrant birds: phenotypic responses and offspring recruitment patterns in common goldeneyes. Journal of Avian Biology 45: 457–465.

Cramp S. (ed.), 1978: Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Afrika. The Birds of the Western Paleartic. Volume I. Oxford University Press, Oxford, 657–665.

Cramp S. and Simmons K. E. L. (eds), 1977: The birds of the Western Palearctic, Vol. 1. – Clarendon Press.

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. Journal Bird Study 66: 198-206.

Delany S. and Scott D., 2006: Waterbird population estimates, 4th ed. – Wetlands International, Wageningen.

Drever M. C., Wins-Purdy A., Nudds T. D., Clark R. G., and Haukos D.A., 2004: Decline of duck nest success revisited: relationships with predators and wetlands in dynamic prairie environments. *Auk* 121: 497–508.

Dunn P. O. & Møller A. P., 2014: Changes in breeding phenology and population size of birds. - Journal of Animal Ecology 83: 729–739.

Du Rau D., Barbraud C., Mondain-Monval J., 2003: Estimating breeding population size of the Red-crested Pochard (Netta rufina) in the Camargue (southern France), taking into account detiction probability implications for conservation, Vol. 6, Anim. Conserv., P. 379-385.

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.

Dušek J., Stellner S. & Komárek A., 2013: Long-term air temperature changes in a Central European sedge-grass marsh. *Ecohydrology* 6: 182–190.

Elmberg J., Nummi P., Pöysä H., Sjöberg K., Gunarson G., Clausen P., Guillemain M., Rodrigues D. et Väänänän V. M., 2006: The scientific basis for new and sustainable management of migratory European ducks. Wildlife Biology 12: 121–127.

Eriksson M. O. G., 1976: Food and feeding habits of downy goldeneye Bucephala clangula (L.) ducklings. – Ornis Scand. 7: 159–169.

Gardarsson A. and Einarsson A., 2008: Relationships among food, reproductive success and density of Harlequin Ducks on the River Laxa at Myvatn, Iceland (1975-2002). Waterbirds 31: 84–91.

Gollop J.B., Marshall W.H., 1954: A Guide for Aging Duck Broods in the Field. Flayway Council Technical Section, Mississippi.

Gunnarsson G., Elmberg J., Pöysä H., Nummi P., Sjöberg K., Dessborn L. et Arzel C., 2013: Density dependence in ducks: a review of the evidence. European Journal of Wildlife Research 59: 305–321.

Hagemeijer W., Blair M. (ed.), 1997: The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London, 120–121.

Hudec K. (ed.), 1994: Fauna ČR a SR, Ptáci – Aves I. 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). Retrieved from https://climatedataguide.ucar.edu/climate–data/hurrell–north–atlantic–oscillation–nao–index–station–based.

Chouinard M. P. Jr. & Arnold T. W., 2007: Survival and habitat use of mallard (*Anas platyrhynchos*) broods in the San Joaquin Valley, California. *Auk* 124: 1305–1316.

Chytil J., 1990: Botulismus na jižní Moravě v roce 1988. In: Ptáci v kulturní krajině. Sborník referátů, České Budějovice 1989: 233–244.

Jones T., Cresswell W. 2010: The phenology mismatch hypothesis: are declines of migrant birds linked to uneven global climate change? – Journal Animal Ecology 79: 98–108.

Knudsen E., Lindén A., Both C., Jonzén N., Pulido F., Saino N., Sutherland W. J., Bach L. A., Coppack T., Ergon T., Gienapp P., Gill J. A., Gordo O., Hedenström A., Lehikoinen E., Marra P. P., Møller A. P., Nilsson A. L. K., Péron G., Ranta E., Rubolini D., Sparks T. H., Spina F., Studds C. E., Sæther S. A., Tryjanowski P., Stenseth N. C., 2011: Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. – Biol. Rev. 86: 928–946.

Lehikoinen E., Sparks T. H., 2010: Changes in migration. Effects ofClimate Change on Birds (eds A.P. Møller, W. Fiedler & P. Berthold), pp. 89–112. Oxford University Press, Oxford, UK.

Lemberk V., 1997: Příroda na Pardubicku dříve a nyní. Východočeské muzeum, Pardubice.100 str. ISBN 80-86046-10-9.

Mácha Z., 1970: O vývoji a bionomii jihočeské populace hohola severního (Bucephala clangula). Sylvia 18/1970: 23-37.

Moreno-Ostos E., Paracuellos M., de Vicente I., Nevado J. C., Cruz-Pizarro L., 2008: Response of waterbirds to alternating clear and turbid water phases in two shallow Mediterranean lakes. Aquatic Ecology 42: 701–706.

Møller A. P., Rubolini D., Lehikoinen E. 2008: Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. – Proc. Natl Acad. Sci. USA 105: 16195–16200.

Musil P., 1990: Vazba bramborníčka hnědého (Saxicola rubetra) na rybniční biotopy a jeho početnost v nich. Ptáci v kulturní krajině, Sborník referátů, České Budějovice 1989: 245–252.

Musil P., 1999: Monitoring of Water Bird Breeding Populations in the Czech Republic (1988–1997). Vogewelt 119: 253–256.

Musil P., 2001: The long-term trends in the breeding waterfowl populations in the Czech Republic. OMPO Newsletter 23: 49–57.

Musil P., 2005: Monitoring populací vodních ptáků. Ukazatele změn biodiverzity 44: 208–223.

Musil P., Albrecht T., Cepák J., Fialová Š. et al., 2002: Populační dynamika a preference prostředí poláka velkého (Aythya ferina) a poláka chocholačky (Aythya fuligula). Abstrakta referátů z konference Zoologické dny – Brno 2002: str. 102.

Musil P., Cepák J., 2004: Vývoj početnosti hnízdních populací vodních ptáků v ČR a jeho možné příčiny. Ochrana přírody 59: 294–297

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.

Musil P., Fuchs R., 1994: Changes in abundance of water birds species in southern Bohemia (Czech Republic) in the last 10 years. Development in Hydrobiology. In: Kerekes J. J. [ed.]: Aquatic Birds in Trophic Web of Lakes. Hydrobiologia 279/280: 511–519.

Musil. P. & Musilová Z., 2014: Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2004-2013. Aythya (5). 2014:27-47.

Musil P., Musilová Z., Neužilová Š., 2019: Distribuce jednotlivých druhů vodních ptáků v České republice v lednu 2019. *Fakulta životního prostředí ČZU v Praze.*

Musil P., Neužilová Š., 2009: Long-term changes in duck inter-specific nest parasitism in South Bohemia, Czech Republic. Wildfowl, Special Issue 2: 176–183.

Musil P., Pichlová R., Veselý P., Cepák J., 1997: Habitat selection by waterfowl broods on intensively managed fishponds in South Bohemia (Czech Republic). In Faragó S. et Karekes J. [eds.]: Proc. Limnology and Waterfowl, Monitoring, Modelling and Management. Workshop, Sarród/Sopron, Hungary, 21–23 November Wetlands International Publication 43: 169 – 175.

Musilová Z., Musil P., Prokešová E., 2014. Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2013. Aythya (5) 2014: 14-26.

Musil P., Šálek M., 1994: Changes in abundance of water and wetland birds in South Bohemia during the last decade: summary review. In: Aubrecht G., Dick G., Prentice C. [eds.]: Monitoring of Ecological Change in Wetlands of Middle Europe. Proc. International Workshop, Linz, Austria, 1993. Stapfia 31, Linz, Austria, and IWRB Publication No. 30, Slimbridge, UK: 55–60.

Nummi P., Holopainen S., Rintala J. & Pöysä H., 2015: Mechanisms of density dependence in ducks: importance of space and per capita food. Oecologia 177: 679–688.

Oja H. & Pöysä H., 2007: Spring phenology, latitude, and the timing of breeding in two migratory ducks: implications of climate change impacts. Ann. Zool. Fennici 44: 475-485.

Owen M. & Black J.M., 1990: Waterfowl Ecology. Blackie, Glasgow and London, 196s.

Paasivaara A. & Pöysä H., 2007: Survival of common goldeneye Bucephala clangula ducklings in relation to weather, timing of breeding, brood size, and female condition. Journal of Avian Biology 38: 144–152.

Pietz P. J., Krapu G. L., Brandt D. A., Cox R. R., 2003: Factors affecting gadwall brood and duckling survival in prairie pothole landscapes. Journal of Wildlife Management 67: 564–575.

Pöysä H. & Paasivaara A., 2006: Movements and mortality of common goldeneye Bucephala clangula broods in a patchy environment. Oikos 115: 33–42.

Pykal J., Janda J., 1994: Početnost vodních ptáků na jihočeských rybnících ve vztahu k rybničnímu hospodaření. Sylvia 30: 3–11.

Root T. R., Price J. T., Hall K. R., Schneider S. H., Rosenzweig C., Pounds J. A., 2003: Fingerprints of global warming on wild animalsand plants. Nature, 421,57–60.

Rose P. M. & Scott D. A., 1996: Atlas of Anatidae Populationsin Africa and Western Eurasia. Wetlands International Publication No. 41. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

Sauer F., 1996: Vodní ptáci. Ikar, Praha.

Snow D. W. & Perrins C. M. (eds.), 1998: The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition Vol. 1, Non-Passerines. Oxford University Press, New York.

Šťastný K., Hudec K. a kol., 2016: Ptáci 1 – Fauna ČR. ISBN

978-80-200-2575-3. Academia Praha.

Šťastný K., Bejček V. & Hudec K., 1997: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 1985–1989. H&H, Jinočany.

Šťastný K., Bejček V., Hudec K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v ČR 2001-2003. AVENTINUM.

Šťastný K., Randík A. & Hudec K., 1987: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v ČSSR 1973/77. Academia Praha.

Internetové zdroje

URL 1: Biolib-mezinárodní encyklopedie rostlin, hub a živočichů. Dostupné z: https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id167978/?taxonid=8488&type=1, cit. 20. 6. 2020.

URL 2: Biolib-mezinárodní encyklopedie rostlin, hub a živočichů. Dostupné z: https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id229684/?taxonid=8488, cit. 20. 6. 2020.

URL 3: Mezinárodní sčítání vodních ptáků – *International Waterbird Census (IWC)*. Dostupné z: http://www.iwccz.wz.cz/metodika.htm, cit. 20. 6. 2020

URL 7: VÚV TGM, oddělení geografických informačních systémů a kartografie: A03 – vodní tok (hrubé úseky), A05 – vodní nádrže. Dostupné z: http://www.dibavod.cz/27/strukturadibavod.html, cit 20. 6. 2020. Národní geoportál INSPIRE: CORINE Land Cover 2012 databáze České republiky: městská zástavba (třída 11 - městská zástavba a 12 - průmyslové, obchodní a dopravní oblasti) a lesy (třída 31 - lesy a 324 - nízký porost v lese). Dostupné z: https://geoportal.gov.cz/web/guest/eshop/gallery#mainProductPanelId:productDetailPanelId, 20. 6. 2020. Upraveno v ArcGIS 10. 2.