

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Změny početnosti a reprodukční úspěšnosti potápky roháče
Podiceps cristatus v podmínkách Třeboňské pánve
DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Antonia Nolfová

2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Antonia Nolfová

Ochrana přírody

Název práce

Změny početnosti a reprodukční úspěšnosti potápky roháče *Podiceps cristatus* v podmínkách Třeboňské pánve

Název anglicky

Changes in numbers and reproductive success in Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* in Třeboň basin

Cíle práce

Provést monitoring hnízdní populace potápky roháče ve vybraných rybníčních soustavách Třeboňské rybníční pánve.

Zhodnotit dlouhodobé změny početnosti hnízdní populace potápky roháče.

Zhodnotit reprodukční úspěšnost hnízdní populace potápky roháče v podmínkách Třeboňské pánve.

Analyzovat zastoupení různých reprodukčních strategií („soliterní“ vs. koloniální hnízdění) v hnízdní populaci potápky roháče na Třeboňsku.

Metodika

Sběr dat v terénu:

1. Sčítání vodních ptáků ve vybraných rybníčních soustavách Třeboňska, Soběslavska, Jindřichohradecka.
2. Monitoring rodinek (párů vodících mláďata) potápky roháče.
3. Zpracování historických údajů z Třeboňska.

Analýza dat:

1. Analýza dlouhodobých trendů početnosti a reprodukční úspěšnosti hnízdní populace potápky roháče.
2. Zhodnocení vlivu reprodukční strategie („soliterní“ vs. koloniální hnízdění) v hnízdní populaci potápky roháče na reprodukční úspěšnost potápky roháče.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

cca 40 stran

Doporučené zdroje informací

Hudec K. (ed.) 1994. Fauna ČR a SR. Ptáci 1. Academia, Praha.

Janda J. & Pechar L. (eds) 1996: Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordinační středisko IUCN– Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 s.

Musil P. et 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., Pichlová R., Veselý P. et 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.

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

Musil P., 2006: Effect of intensive fish production on waterbird breeding population: Review of current knowledge. In Boere G. C., Galbraith C. A., Stroud D. A., [eds.]. Waterbirds around the world. The Stationery Office, Edinburgh, UK: 520 – 521.

Snow D. W. et Perrins C. M. [eds.], 1998: The Birds of the Western Palearctic, Concise ed. Vol. 1, Non-Passerines. Oxford University Press, New York, 1008 s.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Dr. RNDr. Petr Musil

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 9. 9. 2016

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 10. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. Dr. 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 17. 4. 2017

.....

Antonia Nolfová

Poděkování

Ráda bych poděkovala především svému vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Petru Musilovi, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté informace a pomoc při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji rodině, která mne podporovala během studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zkoumáním změn početnosti, hnízdní úspěšnosti a reprodukčními strategiemi potápky roháče *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758) na rybníčních soustavách Třeboňska. Byl prováděn monitoring populace na vybraných rybníčních soustavách Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka. Dále byly zhodnoceny dlouhodobé změny početnosti a reprodukční úspěšnost populace potápky roháče a bylo analyzováno zastoupení reprodukčních strategií (solitérní a koloniální hnízdění).

V dlouhodobém měřítku (1981 - 2016) byl zjištěn mírný pokles početnosti potápky roháče. V krátkodobém měřítku (2004 – 2016) byly počty adultních ptáků v květnu stabilní, v červnu mírně klesající. Počty rodinek s mláďaty, pro které byl vytvořen trend v krátkodobém měřítku (2004 – 2016) jsou stabilní. Analýzou vlivu prostředí bylo zjištěno, že pozitivní vliv na početnost dospělých jedinců měla především rozloha vodní hladiny, podíl rybníků v okolí a průhlednost vody. Na počty rodinek měl pozitivní vliv podíl rybníků v okolí a průhlednost vody.

Koloniálně hnízdící ptáci byli reprodukčně úspěšnější, přičemž kolonie vznikaly častěji na rybnících s větší rozlohou vodní hladiny, vyšší průhledností vody, v červnu i na rybnících uvnitř rybníčních soustav, tedy obklopených jinými rybníky.

Práce přináší pohled na dlouhodobý trend početnosti potápky roháče a hnízdní úspěšnosti v oblasti Třeboňské pánve a analyzuje vliv prostředí na výskyt a reprodukční strategie tohoto druhu ve sledované oblasti.

Klíčová slova: početnost, hnízdní úspěšnost, vlivy prostředí, kolonialita,

Abstract

This thesis is aimed at exploring of density changes, breeding success and breeding strategies of the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* on fishpond systems of South Bohemian in the region Třeboň. The study area was located on selected fishpond systems in the regions Třeboň, Soběslav and Jinřichův Hradec. Furthermore, the long-term changes in the density and breeding success of the Great crested grebe population were evaluated and the representation of breeding strategies (solitary and colonial nesting) was analyzed.

In the long-term scale (1981 – 2016) a moderate decrease in the numbers of Great crested grebe was detected. In short-term scale (2004 – 2016) numbers of adult birds in may were stable, in June moderately decreasing. Numbers of broodss were stable in the short-term trend (2004 – 2016). Water surface area was found as the key factor affecting the numbers of adult birds. The proportion of ponds in the neighborhood and the water transparency had also a positive effect on numbers of adults as well as numbers of broods.

Pairs breeding in colonies reared higher numbers of chicks than solitary breeding pairs. Colonies were recorded in larger fishponds with higher water transparency and larger proportion of surrounding fishponds and other wetlands.

The thesis provides an overview on the long-term trend of Great Crested Grebe numbers and breeding success in the Třeboň basin, than provides analysis of the environmental variables on the numbers and on the breeding strategies in the study area.

Key words: numbers, breeding success, environmental impacts, coloniality,

Obsah

1. Úvod	6
2. Cíle	8
3. Literární rešerše	9
3.1 Rozšíření v Evropě	9
3.2 Početnost a rozšíření v ČR	11
3.3 Potrava	14
3.5 Hnízdění	16
3.6 Reprodukční úspěšnost	18
3.7 Problematika rybníků	19
3.8 Kolonialita	20
4. Metodika	24
4.1 Charakteristika studovaného území	24
4.2 Metodika hladinového sčítání	27
4.3 Analýza dat	29
4.3.1 Analýza dlouhodobých trendů početnosti	29
4.3.2 Analýza vlivu prostředí a koloniálního hnízdění	29
5. Výsledky	30
5.1 Změny početnosti	30
5.2 Vliv prostředí na početnost na jednotlivých rybnících	32
5.3 Koloniální hnízdění	35
6. Diskuze	37
6.1 Změny početnosti	37
6.2 Vliv prostředí	39
6.3 Reprodukční strategie	40
7. Závěr	41
8. Přehled literatury a použitých zdrojů	42
9. Přílohy	47

1. Úvod

Rybníky v České republice jsou nejvhodnějším hnízdním prostředím pro vodní ptactvo, zejména pak pro potápky. Většinu u nás se vyskytujících rybníků lze v současné době charakterizovat jako mělké, eutrofické vodní nádrže s vysokou obsádkou ryb a dobře rozvinutou litorální vegetací, která je pro hnízdění vodního ptactva důležitá (Cepák et al., 1999; Musil, 2000).

Tyto rybníky mají svůj původ již ve středověku, jejich největší rozvoj nastal v 15. a 16. století. Primárním účelem budování rybníků byl chov ryb, druhotně se staly vhodnými biotopy pro další rostlinné a živočišné druhy včetně vodního ptactva. Intenzifikace rybníkářství v oblasti Třeboňské pánve začala na konci 19. století a vlivem zvyšování trofie a nárůstu rybích obsádek byla ovlivněna společenstva na rybnících a v jejich blízkosti. Avifauna byla značně ovlivněna, byl zaznamenán nárůst početnosti některých druhů (např. polák velký *Aythya ferina*, potápka černokrká *Podiceps nigricollis*, moták pochop *Circus aeruginosus*) či zcela nové hnízdící druhy (např. polák chocholačka *Aythya fuligula*, rzohlávka rudozobá *Netta rufina*, hohol severní *Bucephala clangula*). V 80. letech došlo v České republice k velkému poklesu vodního ptactva na rybnících v důsledku výskytu botulismu, likvidace mokřadů, redukce litorální vegetace, ale pravděpodobně i v důsledku příliš vysokých rybích obsádek (Musil et Fuchs, 1994; Musil, 2000).

Potápka roháč je jednou ze čtyř hnízdících potápek v České republice. Kromě ní u nás hnízdí potápka malá *Tachybaptus ruficollis*, potápka černokrká *Podiceps nigricollis* a potápka rudokrká *Podiceps grisegena*. Počty všech těchto druhů potápek u nás jsou klesající. Jejich hnízdění odráží změny v prostředí, zejména zmíněné důsledky intenzifikace rybníčního hospodářství. Až do 70. let se počty potápek roháčů zvyšovaly, poté se začaly snižovat. Kvůli dlouhodobě klesajícímu trendu populací začala být v roce 1994 věnována vyšší pozornost početnosti a ekologii potápek na Třeboňských rybnících. Jednotlivé rybníky se liší svými podmínkami, a proto mohou představovat vhodnou studijní lokalitu k výzkumu ekologie potápek (Cepák et al., 1999).

Ačkoliv adultní jedinci potápky roháče mohou nalézt vhodnou potravní nabídku na rybnících s jednoletou kapří obsádkou, jejich početnosti a reprodukční úspěšnost kolísají, a to v důsledku faktorů spojených s potravní nabídkou.

Jednak se jedná o průhlednost vody, která ovlivňuje potravní dostupnost pro potápky. Vysoké rybí obsádky v rybnících značně redukuje zooplankton, důsledkem je nadměrná hustota fytoplanktonu a snižující se průhlednost vody, která ztěžuje potápkám roháčům lov potravy (Musil, 2000). S rostoucí velikostí ryb pro ně klesá potravní nabídka a schopnost uživit sebe i mláďata (Sychra, 2012b). V posledních letech je zkoumán vliv střevličky východní *Pseudorasbora parva* na rybníční ekosystémy. Tato invazní ryba se živí středním a velkým zooplanktonem a může tak působit jako přímý konkurent kapra obecného *Cyprinus carpio* (Musil, 2016). Kromě toho, že je střevlička východní nežádoucí pro rybáře, je pravděpodobně velmi vhodnou složkou potravy potápky roháče (Hýlová, 2009).

Ve spojitosti se sledováním úspěšnosti a hnízdění potápek je předmětem výzkumů také kolonialita. Některé z druhů mají větší sklon k socialitě (potápka černokrká, potápka šedohlavá *Poliocephalus poliocephalus*, potápka západní *Achmophorus occidentalis*, atd.), jiné hnízdí většinou soliterně (potápka rudokrká, potápka nejmenší *Tachybaptus dominicus*, potápka velká *Podiceps major*, atd.) (Del Hoyo et al., 1992). Potápka roháč byla v historii považována za striktně soliterně hnízdící druh, nyní je její hnízdění v koloniích běžně známé a pozorované. Hnízdí jak v koloniích smíšených tak monospecifických. Předmětem zájmu jsou příčiny a podmínky, za kterých ke koloniálnímu hnízdění dochází.

2. Cíle

Prvním cílem této práce bylo provést monitoring hnízdní populace potápky roháče na vybraných rybníčních soustavách Třeboňské pánve, který poskytne odpověď na otázku aktuálního stavu početnosti potápek roháčů v dané lokalitě. Následně, na základě dostupných údajů zjištěných na Třeboňsku, zhodnotit dlouhodobé změny početnosti hnízdní populace a pokusit se vysvětlit a zdůvodnit zjištěné výsledky ve vztahu ke stavu rybníčního prostředí.

Dalším úkolem bylo zjistit a zhodnotit reprodukční úspěšnost hnízdní populace potápky roháče v zájmové oblasti a určit faktory, které ji ovlivňují i. Nakonec analyzovat úspěšnost dvou různých reprodukčních strategií v hnízdní populaci (strategii solitérního hnízdění a strategii hnízdění v koloniích) potápek roháčů na Třeboňských rybnících.

3. Literární rešerše

Potápka roháč patří do řádu potápek *Podicipediformes* a čeledi potápkovití *Podicipedidae*. Druh potápka roháč se dále dělí na tři poddruhy: *Podiceps cristatus cristatus* (oblast palearktická), *Podiceps cristatus infuscatus* (oblast africká) a *Podiceps cristatus australis* (oblast Austrálie a Nového Zélandu) (Hudec, 1994). V Severní Americe je ekologicky zastoupena potápkou velkou *Aechmophorus occidentalis*. V Červeném seznamu je potápka roháč zařazena v kategorii VU – zranitelný druh. (Šťastný et Hudec, 2016).

Svémi rozměry je největší evropskou potápkou, rozpětí křídel je 85 - 90 cm a celková délka těla 46 - 51 cm (Snow et Perrins, 1998). Váha se pohybuje mezi 800 – 1400 g, přičemž samci bývají mírně větší a těžší (Hudec, 1994). Během roku u potápky roháče probíhají dvě pelichání: od července do prosince pelichání úplné, do prostého šatu, a od prosince do května částečné, do šatu svatebního. Ve svatebním šatu mívá černé čelo, temeno a týl, zád' hnědočernou s rezavými odstíny, výraznou černou chocholku a rezavočerný límec okolo hlavy. V šatu prostém mívá čelo, temeno, týl a zád' hnědošedou, chocholku pouze naznačenou a límec naznačen není (Šťastný et Hudec, 2016).

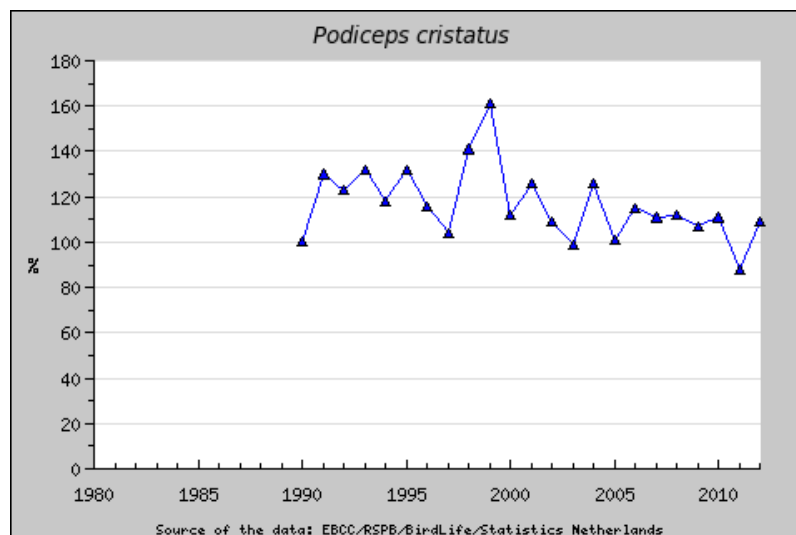
Je to druh částečně tažný, populace z mírného pásma zimují ve Středomoří, na Balkáně, na jezerech v Německu, Nizozemí nebo Švýcarsku. V České republice zimuje potápka roháč vzácně, pokud ano, vyskytuje se na přehradách a pískovnách, a to hlavně ve středních a severních Čechách (např. Želivka či Nechranická přehrada) a na severu Moravy (např. nádrž Slezská Harta). Na rybnících zimují spíše vzácně. Zimující jedinci pocházející většinou ze severu (Šťastný et Hudec, 2016; Musil et Musilová, 2014). Ze zimovišť se vracejí během března (po rozmrznutí rybníků) a odlétají v průběhu září a října (Cepák et al., 2008).

3.1 Rozšíření v Evropě

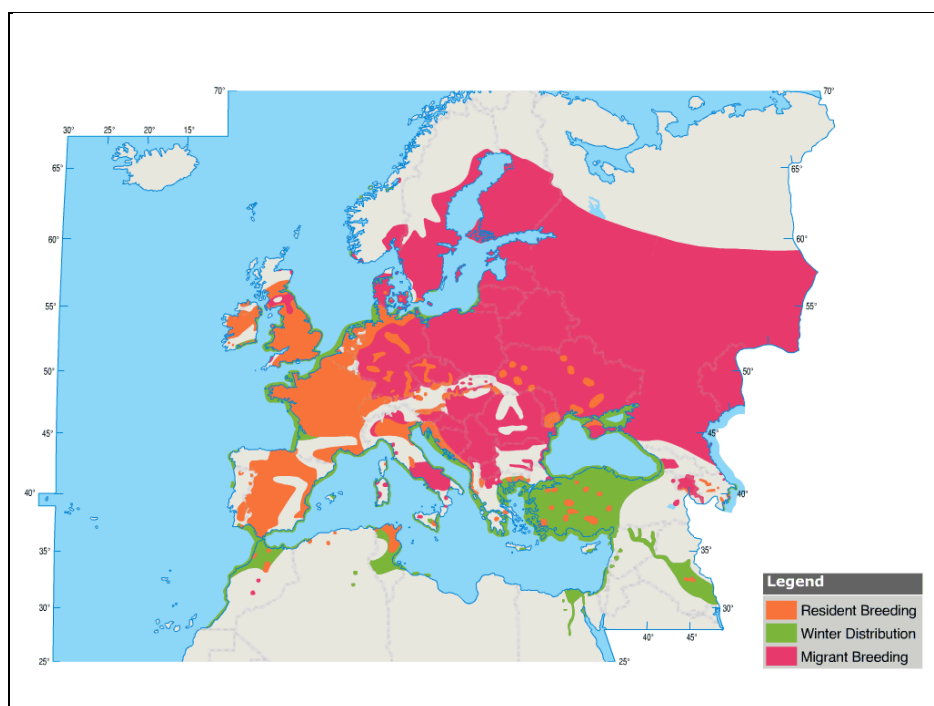
Potápka roháč se vyskytuje téměř v celé Evropě, což z ní činí nejrozšířenější potápku Evropy (viz obr. 2). Mimo Evropu obývá centrální Asii, v zimě jižní části Asie a dále některé státy v severní, střední a zvláště pak jižní Africe. Vyskytuje se také v jižní Austrálii (se zimovišti na východě a severu země) a na Novém Zélandu (del Hoyo et al., 2014). Velikost globální populace je odhadována na 915 000 - 1 400 000 jedinců

(Wetlands International, 2017). Velikost západopalearktické populace je odhadnuta na 660 000 - 997 000 hnízdících jedinců s klesajícím trendem a 584 000 - 862 000 zimujících jedinců (BirdLife International, 2017).

Současné i historické změny v rozšíření a početnosti druhu mají různé příčiny a jsou v rámci celé Evropy nerovnoměrné (Šťastný et Hudec, 2016). V druhé polovině 19. století zaznamenaly některé populace velký pokles kvůli lovu pro okrasná pera, nejvíce se to odrazilo na velikosti populace ve Velké Británii, kde bylo v roce 1860 zjištěno pouhých 42 párů. Dalším ohrožujícím faktorem v historii byl lov rybáři, poté ztráta hnízdních biotopů (Snow et Perrins, 1998). Na konci 19. století došlo ke zvyšování početnosti potápky roháče v Evropě a k jejich rozšiřování směrem na sever (Cepák et al., 2008). Ve státech severní Evropy populace potápek roháčů během druhé poloviny 20. století v důsledku eutrofizace vod rychle stoupaly (Šťastný et Hudec, 2016). Od 90. let 20. století začalo potápek roháčů v některých státech severní a západní Evropy ubývat (Wetlands International, 2017). Další země, ve kterých jsou zaznamenány poklesy hnízdních populací již od 80. let 20. století jsou například Turecko, Španělsko či Velká Británie. Od počátku 21. století početnost hnízdních populací klesala v dalších státech – Rakousko, Belgie, Itálie, Švýcarsko, naopak ve Velké Británii jsou stavy populací od roku 2009 rostoucí. V mnoha zemích Evropy jsou hnízdní populace od roku 1980 stabilní nebo rostoucí. Současné velikosti hnízdních populací jsou např.: Německo 21 000 – 31 000 párů, Rakousko 700 – 900 párů, Polsko 15 000 – 25 000 párů, Slovensko 500 – 1000 párů, Velká Británie 5 300 párů, Nizozemí 11 363 – 13 986 párů, Švédsko 18 000 – 26 000 párů, Norsko 221 – 337 párů, Turecko 5 000 – 8 000 párů, Itálie 2 315 – 3 045 párů, Bulharsko 300 – 600 párů (Birdlife International, 2016).



Obr. 1.: Vývoj početnosti hnízdních populací potápky roháč v letech 1990 - 2012 ve 12 evropských státech. (URL 1).



Obr. 2.: Rozšíření potápky roháč v Západní Palearktidě: Resident Breeding = celoroční výskyt, Winter distribution = pouze zimní výskyt, Migrant Breeding = pouze hnízdní výskyt. (Snow et Perrins, 1998)

3.2 Početnost a rozšíření v ČR

V České republice se v posledních letech početnost potápky roháče mírně snižuje a celková velikost hnízdní populace je odhadnuta na 2500 - 5000 párů. V předchozím

mapovacím období v letech 1985 - 1989 byla velikost populace odhadnuta na 3500 - 7000 párů. Co se týče rozšíření v České republice, nejsou od 80. let 20. století zaznamenány žádné patrné změny v relativním obsazení (% obsazených kvadrátů) území České republiky. Avšak celková početnost se snižovala od 80. let, a to o 20 – 50%. Znatelně ubylo hnízdišť na jižní Moravě v dolním Podyjí či na Lednických rybnících (Šťastný et al., 2006)

Odhad velikosti zimujících populací potápky roháče mezi lety 2009 - 2013 je 140 - 260 jedinců (Musilová et al., 2014). Během zimního sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2015 bylo zjištěno rekordních (nejvyšší počet za roky 1996 - 2015) 403 jedinců s největším zastoupením v severních Čechách - 195 jedinců a na přehradách - 237 jedinců (Musilová et al., 2016). Početnost zimujících ptáků v České republice od roku 1966 do roku 2015 je celkově mírně rostoucí (Adam et al., 2016).

Jižní Čechy

V minulosti byla potápka roháč v jižních Čechách spíše hojnějším hnízdícím druhem, avšak mezi lety 1981 - 1997 byl na 125 rybnících Třeboňské pánve zaznamenán její znatelný pokles. Podobný trend byl v témže období zjištěn i na ostatních soustavách České republiky (Musil, 1998). Příčinou bylo zvýšení intenzivního rybnického hospodaření a následná eutrofizace vod, které se nevyhnuly ani rybníkům v chráněných krajinných oblastech (Ševčík, 1998). Mezi lety 1994 - 1999 bylo na Třeboňsku zaznamenáno 250 - 350 párů. Na Českobudějovicku došlo v letech 1991 - 2007 až k dvojnásobnému zvýšení počtu potápek roháčů, přičemž příčinou toho bylo vysazení jednoletých kaprů v některých rybnících (Cepák et al., 2008).

Českomoravská vrchovina

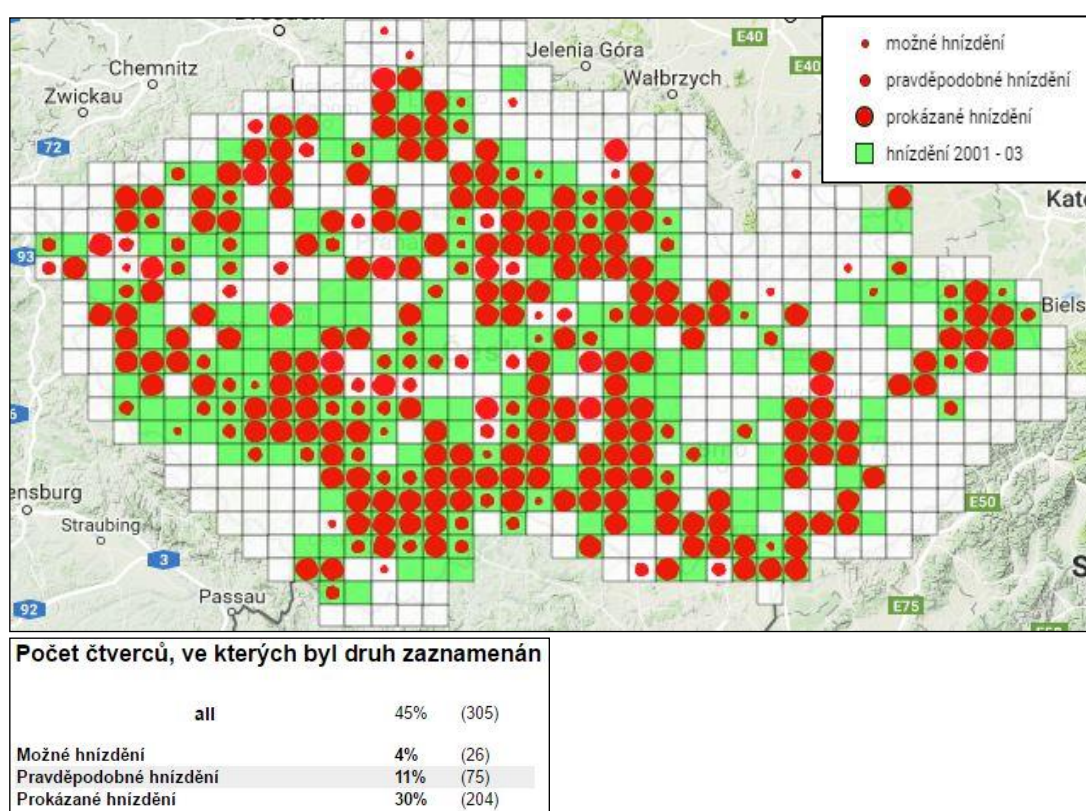
Na Českomoravské vrchovině se potápky roháči na počátku 20. století téměř nevyskytovaly, jednalo se spíše o jedince na průtahu. Vyskytovat se zde začaly v 70. letech. V 80. a 90. bylo hnízdění hojné a populace byly stabilizovány. Mezi lety 2001 - 2004 poklesla početnost o 20 - 30% a úspěšnost hnízdění byla nízká. Rozšíření a obsazenost se však nezměnila. Na velkých rybnících byla hustota obsazenosti v 90.

letech 15 - 30 párů na 70 hektarů zatímco mezi lety 2001 - 2004 jen 4 - 8 párů na 70 hektarů (Kunstmüller et Kodet, 2005).

Lednické rybníky

Na Lednických rybnících se populace potápek roháčů v posledních letech do roku 2013 velmi zvýšily, avšak hnízdní úspěšnost kolísala v závislosti na přítomnosti malých rybek ve vodách. Například na rybníce Nesyt bývalo ptáků velmi málo, ačkoliv je to největší rybník soustavy. Potápky se na něm nevyskytovaly kvůli vysoké rybí obsádce. V letech 2007 a 2012 byl rybník letněn a v následujících letech na něm hnízdl nezvykle vysoký počet roháčů. Stabilně na nich hnízdí přibližně 30 párů (Macháček, 2014).

V roce 2000 bylo zjištěno 90 - 100 hnízdicích párů v okrese Břeclav a 42 - 45 hnízdicích párů ve Znojenském okrese. V plzeňském kraji byla celková populace odhadnuta na 155 - 180 párů (Šťastný et Hudec, 2016).



Obr. 3.: Rozšíření potápky roháč v České republice v roce 2016, Atlas hnízdního rozšíření ptáků ČR 2014 - 2017 (URL 2, upravila Nolfová, 2017)

3.3 Potrava

Na rozdíl od jiných palearktických potápek jsou hlavní složkou potravy roháče především ryby, v menší míře pak bezobratlí (Snow et Perrins, 1998). Loví především ryby o velikosti do 20 cm, v našich rybnících jim tedy vyhovují malí kapři nebo plevelné ryby (Sychra, 2012a).

Lov probíhá potopením do hloubky a poté hledáním ryb pod hladinou (Sychra, 2012a). Pod vodou jsou potápky roháči průměrně okolo 30 vteřin, ale vydrží až 56 vteřin (Hanzák 1952; Snow et Perrins, 1998). Většinou se potápí do hloubky 2 - 4 metry, ale jsou známy i případy výskytu ve 30 metrech hloubky (Snow et Perrins, 1998). Loví samostatně, v blízkosti ostatních jedinců, africký poddruh potápky roháče loví i hromadně ve skupinách, kdy jedna skupina mívá až 50 jedinců (Konter, 2008a). Jelikož ryby pod vodou hledají zrakem, je pro vyhledání kořisti klíčová průhlednost vody (Sychra, 2012a). Hmyz loví především sběrem z hladiny nebo chytáním poletujícího hmyzu nad hlavou. Loví samostatně nebo v páru, shlukovat se mohou nad hejnem malých ryb. Potravu vyhledávají během celého dne, v létě aktivněji brzy ráno a navečer. Z ryb konzumují kromě kapra například: plotici obecnou *Rutilus rutilus*, hrouzka obecného *Gobio gobio*, lína obecného *Tinca tinca*, střevli potoční *Phoxinus phoxinus*, okouna říčního *Perca fluviatilis*, štika obecnou *Esox lucius* nebo pstruha obecného *Salmo trutta*. Z hmyzu pak dospělce nebo larvy z řádů: vážky *Odonata*, brouci *Coleoptera*, chrostíci *Trichoptera*, blanokřídlí *Hymenoptera*, dvoukřídlí *Diptera*, motýli *Lepidoptera* a pošvatky *Plecoptera*. Z koryšů raci *Astacus* nebo blešivci *Gammarus*. Dále mohou lovit také pavouky *Araneae* nebo žáby *Anura*. Objem přijaté potravy za den by měl činit jednu pětinu hmotnosti ptáka, tedy 150 - 250 gramů (Snow et Perrins, 1998).

3.4 Habitat

Potápka roháč žije v různých oblastech kromě extrémních, jako jsou pouště, tropy, pralesy či tundry (Hudec, 1994). Obývá stojaté, sladkovodní nebo brakické vody, přírodní i umělé, většinou 0,5 - 5 metrů hluboké, s plochými i sklonitými břehy, bahnitým nebo písčitým dnem, s dostatkem otevřených ploch. Upřednostňuje bohatou, ale ne příliš hustou emerzní vegetaci s pokryvem dna a střední až vysokou produktivitou. Na rozlehlých vodních plochách preferuje kryté a mělké zátoky s ostrůvky nebo rákosovými ostrůvky. Vyhýbá se hlubokým, skalnatým nebo příliš

úzkým vodám, ale toleruje břehy lemované hustým stromovým porostem i řídkou vegetací. Kromě rybníků osidluje pískovny, nádrže, příležitostně solná jezera, jezera v městských parcích, kanály a slepá ramena (Snow et Perrins, 1998).

Mimo hnízdní sezónu se pak může vyskytovat v brakických ústích, přílivových kanálech nebo lagunách. Vyhýbá se ledu a plochám s velkými vlnami. Ve vzduchu se vyskytuje zřídka, například při návštěvách sousedních vodních ploch za účelem hledání partnera nebo nového teritoria. Co se týče nadmořské výšky, jedná se spíše o nížinný druh, nejčastěji do 300 metrů, méně pak do 1000 metrů a výjimečně v polohách nad 4000 metrů (vysokohorská jezera v subtropích) (Snow et Perrins, 1998).

Rodinky potápek roháčů preferují středně velké rybníky o 5 - 25 hektarech (Šťastný et Hudec, 2016). Podle Hýlové (2009) v roce 2005 potápky roháči na Třeboňsku nejvíce vyhledávali rybníky o 10 - 20 hektarech, v roce 2006 pak rybníky o rozloze 20 - 30 hektarů. V této oblasti nejvíce upřednostňují nádrže s jednoletou kapří obsádkou (K1), dále také s plůdkem (K0). Naopak se nevyskytují na nádržích s tříletým kaprem (K3) a na nádržích s plůdkem (K0) menších než 10 hektarů.

Potápka roháč si stejně jako jiní vodní ptáci vybírá svůj habitat zejména podle potravní nabídky, ačkoliv přítomnost vhodných míst k rozmnožování hraje také roli. V zatopeném dolu poblíž polského města Piaseczno byl zjišťován výskyt a hnízdění vodního ptactva. Vodní plocha zde má velmi nízkou rybí obsádku a malou plochu litorálního porostu. Avšak i přes nevhodnost k výskytu a hnízdění vodních ptáků byla zjištěna relativně vysoká hustota hnízdících potápek roháčů. Kompenzací je zřejmě vysoká průhlednost, která potápkám umožňuje snadnější odhalení a chycení potenciální kořisti. Tomu nasvědčuje i to, že potápky při lovu před samotným ponořením do vody nejdříve potopily hlavu pod vodu a detekovaly kořist zrakem. Bylo tak prokázáno, že i tyto vodní biotopy mohou být pro potápku roháče atraktivní (Gwiazda, 2009).

Hustota hnízdících párů se liší podle toho, jestli se vyskytují na volné vodě nebo v rákosinách. Na volné vodě se na našich vodách hustota v posledních letech pohybuje mezi 0,5 - 3,0 páru/10ha, nejčastěji však okolo 0,9 páru/10ha. V porostu je hustota značně vyšší, 2,5 - 5,6 páru/10ha (Šťastný et al., 2006). V historii byly hnízdní hodnoty vyšší. V letech 1959 – 1968 bylo v oblasti Lednice na Mlýnském rybníce zjištěno 7,7 páru/10ha a na Hlohoveckém rybníce 8,5 páru/10ha. V sezóně 1976 – 1977 byla na Sedlčanských rybnících hustota pouze 0,9 – 3,0 páru/10ha

(Šťastný et al., 2016). Podle zjištění Hanzáka (1952) byla hustota na velkých rybnících průměrně 4,2 páru/10ha, zatímco u menších rybníků to bylo 9,9 páru/10ha. Goc (1986) uvádí počet 3,2 páru/10ha na rybnících o velikosti 1 - 20 ha, a 0,6 páru/10 ha na rybnících o velikosti nad 1000 ha. Gwiazda (2009) uvádí hustotu 1 - 1,1 páru/ha na ploše zatopeného lomu.

3.5 Hnízdění

Reprodukční cyklus potápky roháče lze rozdělit do dvou částí: „předsnůšková“ a „rodičovská“. Ta první se skládá ze čtyř fází: námluvy a párování, stanovení teritoria a výběr místa pro hnízdo, námluvy na plošinkách, páření a stavba hnízda. Rodičovská část má fázi pět: snůška a inkubace, líhnutí a opuštění hnízda, nošení a hlídání mlád'at, oddělení potomstva, získávání nezávislosti mlád'at a jejich odchod (Simmons, 1974).

Doba hnízdění se značně liší v závislosti na oblasti výskytu a bývá určena podle nabídky vhodných míst a podle vzrůstu emerzní vegetace, ve které bude hnízdo postaveno (Snow et Perrins, 1998). U nás hnízdění začíná většinou v dubnu až květnu. Páry se spárují již na zimovišti a vhodné hnízdiště hledají již společně. Mají velmi charakteristický tok ve formě svatebních tanců, kdy je pár na vodě vzpřímen naproti sobě, třepou hlavami, zobáky si zajíždějí do peří na lopatkách, či si nosí vodní rostliny (Kloubec et al., 2015). Páření probíhá na hnízdě, kdy se samice nejdříve vybězí s ohnutým krkem a kývající hlavou, poté leží s krkem nataženým dopředu (Šťastný et Hudec, 2016).

Na hledání lokality a stavbě hnízda, která může trvat až 8 dnů, se podílejí oba rodiče. Vzhledem ke způsobu života potápky roháče, musí být hnízda plně přístupná z vody a jsou tedy stavěna přímo na vodě, případně na ostrůvcích, většinou ukryta v rákosí a jiných vodních rostlinách (Snow et Perrins, 1998). Například v orobinci *Typha*, sítině *Juncus*, zblochanu *Glyceria* nebo ostřici *Carex* (Šťastný et Hudec, 2016). Jsou pevného tvaru, z různých druhů vodních rostlin, kořenů, větviček a bahna, upevněná v porostu nebo vystavěná až ode dna (Snow et Perrins, 1998). Používané druhy rostlin jsou kromě rákosu *Phragmites*, orobinec, skřípina *Scirpus*, zblochan, rdest *Potamogeton*, leknín *Nymphaea*, puškvorec *Acorus* atd. (Šťastný et Hudec, 2016). Bytelný základ hnízda je umístěn pod hladinou, viditelná část nad ní je pouze menší část. Hnízdo bývá umístěno na samotném okraji vodního porostu, aby

měli ptáci co nejsnadnější přístup do vody (Sychra, 2012a). Celkový průměr hnízda je okolo 45 cm a hloubka 30 cm, lehčí materiál bývá umístěn na okraji hnízda a je použit k zakrytí vajec. Okolo hnízda může být vystavěna jedna či více pomocných plošinek pro rodiče. Na jedné z plošinek pak obvykle probíhá páření. Hnízda mohou být po vodní ploše rozptýlena nebo uskupena ve volných koloniích (Snow et Perrins, 1998). Doba výstavby hnízda se může značně lišit v závislosti na počasí, potravní nabídce, výšce vodní hladiny a vzrůstu vegetace, ve které budou hnízda ukryta před predátory (Simmons, 1974). Občas se zmiňuje myšlenka, že potápky první vejce nezakrývají a testují tak bezpečnost hnízda a zakrývají ho až po snesení druhého vejce (Sychra, 2012a).

Snůška má obvykle do 6 vajec o rozměrech 47 - 64 mm x 32 - 40 mm a váze 34 - 50 g. Vejce jsou oválná, matná, křídově bílá, později nahnědlá od tlející vegetace na hnízdě. Jsou kladena převážně ráno po 48 hodinových intervalech. Inkubace trvá 27 - 29 dní, na hnízdě sedí oba rodiče a líhnutí je asynchronní. Snůška bývá většinou jen jedna, při extrémně vhodných podmínkách nebo při zničení první snůšky, mohou být i dvě. Druhá vejce jsou pak nakladena, když je prvním mláďatům okolo 6 - 7 týdnů a jsou ještě závislá na rodičích (Snow et Perrins, 1998). Pokud se počet vajec na hnízdě mění, potápky roháči na to nijak nereagují a pokračují v sezení. Když se na hnízdě objeví nějaké cizí předměty, odstraní je. Při střídání rodičů na hnízdě mohou vejce zůstat nezakrytá i 15 - 20 minut (Hanzák, 1952).

Mláďata jsou prekorciální a polokrmivá. Líhnou se postupně a je známo, že během líhnutí, se z ještě nevylihnutých vajíček ozývají velmi znatelně ostatní mláďata. Má se za to, že tento mechanismus má zabránit opuštění zbývajících vajec rodiči (Hanzák, 1952). Hnízdo je po vylíhnutí posledního mláděte opuštěno a mláďata jsou rodiči nošena na zádech a tam i krmena (Snow et Perrins, 1998). Mláďata však dokáží plavat a potápět se již po vylíhnutí (Hudec, 1994). Vození na zádech, zaručuje zahřívání mláďat, kterého nejsou sama schopna a nahrazuje tak funkci hnízda. Ke kontrole teploty mláďat slouží typická lysá skvrna u kořene zobáku jinak pruhovaných mláďat, která upozorňuje rodiče na hlad či nízkou teplotu mláďat (Sychra, 2012b). Trvale jsou mláďata vožena na zádech rodičů prvních 14 dní, další týdny přerušovaně a poté plavou s rodiči. Krmena jsou rybami, v prvních dnech spíše hmyzem (Snow et Perrins, 1998). Rodiče mláďata krmí také peřím, které má zabránit poranění trubice kostmi a chránit před parazity (Sychra, 2012b). Dalším vysvětlením proč konzumují i peří je například to, že při trávení má podobnou funkci

jako kameny v žaludku, že slouží jako filtr do střeva, či že pomáhají chemickému rozkladu. Nejvíce jsou mláďata krmena ráno a navečer a to průměrně až 7 krát za hodinu (Hanzák, 1952). Pokud má pár pouze jedno mládě, může veškerou péči převzít pouze jeden rodič. Při více mládětech je běžné, že každý rodič má svou skupinu mláďat, o kterou se stará. Dospělí agresivně brání jak vejce na hnízdě, tak mláďata. Ta jsou schopna se sama krmit od 8 týdne, závislá na rodičích jsou 10 - 13 týdnů. Rodiči preferovaná mláďata obvykle zůstávají v blízkosti rodiče déle (Snow et Perrins, 1998).

3.6 Reprodukční úspěšnost

Vzhledem k tomu, že potápka roháč musí být připravena začít hnízdit ve chvíli, kdy jsou podmínky nejvhodnější, vyvinuly se u ní určité adaptace zvyšující hnízdní úspěšnost. Jsou to: brzké párování, které může probíhat už týdny před samotným hnízděním, brzký výběr a vymezení vhodného teritoria a dlouhý rozmnožovací cyklus, který umožňuje spářit se velmi brzy nebo při potřebě druhé snůšky naopak v pozdější fázi reprodukčního období. Ačkoliv interval možné snůšky je velmi široký, nemají rodiče jistotu stálé a dostatečné potravní nabídky pro mláďata. Proto se vyvinuly další mechanismy, které mají zaručit přežití pokud možno co nejvíce mláďat. Těmi jsou například: variabilní velikost snůšky, asynchronní líhnutí mláďat, možnost opouštění vajíček, upřednostňování některých mláďat, dlouhá závislost mláďat na rodičích a druhé snůšky (Simmons, 1974).

Úmrtnost mláďat potápek roháčů je celkem vysoká a to z různých důvodů, jako jsou predace, nedostatek potravní nabídky pro mláďata nebo nepříznivé klimatické podmínky (Hudec, 1994). Na rybnících v našich podmínkách je časté extrémní snížení průhlednosti v důsledku velké rybí obsádky ve spojitosti s hnojením a přikrmováním. Tento stav může způsobit problémy hnízdícím potápkám. Na rybníku může být nedostatek litorálního porostu k výstavbě hnízd a také nedostatek vhodné potravy pro mláďata (Sychra, 2012b). Dále mohou být některá vejce rodiči opuštěna nebo může být hnízdo zničeno (Hudec, 1994). Ulenaers a Dhondt uvádějí 60%, Sychra (2012b) uvádí úmrtnost mláďat na Náměšťských rybnících 47%.

Úspěšnost vyvedení mláďat se podle údajů zjištěných od roku 1959 na našem území pohybuje průměrně mezi 1,5 - 2 mláďaty/pár (Šťastný et Hudec, 2016). Zaznamenané údaje se však značně liší, Řepa (2009) uvádí 1,47 – 1,86 mláďete/pár

na Tachovsku, Fiala (2008) na Náměšťských rybnících zjistil 1,95 mláděte/úspěšný pár. Na Třeboňsku konkrétně bylo zjištěno 1,32 - 1,95 mláděte/pár (Musil et al., 1997). Na Nadějské rybníční soustavě na Třeboňsku v roce 2001 1,3 – 2,3 mláděte/pár, v roce 2005 a 2006 1,4 – 1,8 mláděte/pár (Hýlová, 2009), a v roce 2007 1 mládě/pár (Školníková, 2009). V Německu uvádí Schonert (2002) 2,4 mláděte/pár. Na Slovinsku 1,3 mláděte/pár s nízkou mortalitou – 12% (Vogrin, 2003). Ve Velké Británii 1,3 mláděte/pár (Snow et Perrins, 1998).

Potápky se často vrací na stejná hnízdiště, a to na místa, kde bylo jejich hnízdění úspěšné (Sychra, 2012a). Páry, které se vrací ze zimovišť dříve nebo nemigrují vůbec, bývají v lepší fyzické kondici než páry, které přilétají ze zimovišť později. Začínají hnízdit značně dříve a mívají většinou větší snůšku a více vyvedených mláďat. Větší vejce znamenají líhnutí větších mláďat, která jsou odolnější vůči chladnějšímu počasí, kterému musí čelit vzhledem k tomu, že se líhnou dříve (Ulenaers et Dhondt, 1990).

3.7 Problematika rybníků

V dnešní době se na území České republiky nachází okolo 25 000 rybníků s rozlohou přibližně 53 000 hektarů (Musil, 2016). Hlavní funkcí rybníků na Třeboňsku je hlavně chov ryb, přičemž intenzivní produkce se pohybuje až okolo 1000kg/ha (Musil, 2006). V průběhu 20. století se začaly rybníky za účelem vyšší produkce intenzivněji obhospodařovat, například ve formě masivního hnojení a vápnění rybníků nebo příkrmování chovaných ryb. Což vede spolu se znečištěním z polí k eutrofizaci rybníků a celkovému narušení rybníčního prostředí (Musil, 2016).

Pro pochopení problémů vznikajících v dnešních produkčních rybnících, je potřeba vysvětlit celého koloběhu, který v nich během roku probíhá. Pro koloběh energie v rybníčním prostředí je klíčové zastoupení zooplanktonu, který reguluje výskyt fytoplanktonu. V neintenzivním rybníku probíhá na začátku vegetační sezóny velký rozvoj filtrujícího zooplanktonu, především větších druhů (perloočky *Daphnia*), který omezí planktonní řasy, což se následně projeví čistou, průhlednou vodou. Pokud je, ale v rybníce vysoká obsádka ryb, například kapra, je od začátku sezóny potlačován zooplankton, který by efektivně filtroval fytoplankton. Fytoplankton tedy narůstá a fáze čisté vody nenastává (Sychra, 2012b).

Rozvoj fytoplanktonu, v letním období zejména sinic *Cyanobacteria*, způsobuje sníženou průhlednost. Ta je ještě snižována mechanickou činností ryb na dně rybníků. Snížení průhlednosti je negativní pro potápku roháče z hlediska ztížení lovu pod hladinou. Vyžírání velkého zooplanktonu kapry pak představuje konkurenci pro malé potápky nebo kachny, které nejsou schopny vyhledat a konzumovat malý zooplankton. (Musil, 2000; Pykal et Janda, 1994). Dalšími skutečnostmi, které v současnosti negativně ovlivňují stav rybníků, jsou odstraňování litorálního porostu (prostředí vhodné pro mnoho druhů), uměle vyvolané kolísání vodní hladiny nebo vypouštění uměle odchovaných kachen divokých za účelem následného lovu (Musil, 2000).

3.8 Kolonialita

Některé druhy z rodu potápek jsou přirozeně společenské a hnízdí v koloniích, jiné jsou striktně solitérní a agresivně brání svá teritoria. Tyto zásadní rozdíly se objevují už v rámci rodu *Podiceps*. Potápka roháč může hnízdit oběma způsoby a předpokládá se, že může své strategie v průběhu života měnit (Siegel-Causey et Kharitonov, 1990; Konter, 2008).

Podle Siegel-Causeyho a Kharitonova (1990), kteří zkoumali vlastnosti koloniality u ptáků v evolučním kontextu, je kolonialita evolučně pokročilá v porovnání s hnízděním solitérním. Důvodem pro její vznik a pokračování v dalších generacích je přímá výhoda pro jedince žijící v kolonii. Charakterizovali tři typy koloniality: „nominální“ typ s nejméně těsnými vazbami ve skupině, typ „anonymně propojená skupina“ s rozvinutějším hejnovým chováním a „obligátně koloniální“ typ, kde stupeň a způsob vazeb ve skupině definuje hnízdní hustoty. Potápku roháč řadíme do prvního typu - nominálního. Na rybnících či vodních plochách, kde potápka roháč hnízdí v koloniích po generace, jedinci ke kolonialitě více inklinují a populace odpovídají i „anonymně propojené skupině“ (Konter, 2008a).

Jelikož byla potápka roháč vždy považována za striktně solitérní a teritoriální druh, jsou předmětem zkoumání hlavně příčiny, které vedou u potápky roháče ke koloniálnímu chování (Konter, 2008a).

Již mimo hnízdní sezónu se potápky roháči pohybují ve větší blízkosti ostatních jedinců. Důvodem je úspora energie a prevence proti možným zraněním způsobeným v potyčkách. U afrického poddruhu potápky roháče je znám dokonce

hromadný lov ve skupinách, kdy jedna skupina mívá až 50 jedinců. Druh je takto nejen úspěšnější v lovu, ale také vyhrává v konkurenci o potravní nabídku nad jinými druhy, které může i vytlačovat (Konter, 2008a).

V době podzimního úplného pelichání tvoří potápka roháč velké skupiny například na jezerech v Nizozemí, ve Švýcarsku nebo v oblasti Holštýnska. Jelikož v tomto období nemohou létat, jsou snadnou kořistí pro predátory. A ačkoliv jsou velká hejna nápadná, šance na přežití pro každého jednotlivce je větší a tvorba kolonií tedy výhodnější a bezpečnější. Při větším pocitu bezpečí jsou jednotlivci sice méně obezřetní, ale dohromady jako celek predátora odhalí rychleji. Je tedy možné, že díky včasné detekci predátora sousedy, mohou v koloniích přežít i méně schopné páry (Konter, 2008a).

Během hnízdění bylo pozorováno shlukování jedinců z různých rybníků na neutrální ploše, kde se spolu ptáci chvíli pohybovali po hladině a poté se opět rozdělili. Význam tohoto chování doposud nebyl objasněn (Creutz, 1970). Faktorem, který může ovlivnit vznik kolonie v době hnízdění je potravní nabídka. Pokud je potravy méně, pár postaví hnízdo přímo v místě, kde loví potravu, bude hnízdit soliterně a teritorium bránit. Naopak pokud je potravy dostatek, zahnízdí více párů a potravní teritoria ztrácí na významu a nebývají utvořena. Při dostatku potravy je obrana potravního teritoria nevýhodná (Konter, 2008a). Páry, které se přidávají ke kolonii jako poslední, jsou z ní vyloučeny a jsou nuceny si hledat náhradní hnízdiště či nehnízdit vůbec. Případně mohou obsadit hnízda jedinců v kolonii později v létě, po jejich vyhnízdění (Konter, 2008a). Na rozdíl od koloniálně hnízdících potápek, soliterně hnízdící mají velká teritoria, ve kterých nejen hnízdí, ale i shánějí potravu (Poel, 2000).

Samotná hojnost potravy nemusí stačit ke vzniku kolonie, avšak ve spojitosti s nedostatkem vhodných hnízdních ploch je to hlavní příčina skupinového hnízdění potápek roháčů. Ptáci v nevhodných podmínkách volí mezi nezahnízděním a vložením veškeré energie do obhajoby teritoria a mezi snášením jiných párů v kolonii (Konter, 2008a). Simmons (1974) po pozorování volných kolonií ale uvedl, že někdy může být hnízdění v koloniích spojováno s nedostatkem vhodných ploch, ale hlavním důvodem je větší bezpečí a úspěšnost v koloniích.

Na holandském jezeře Ijssel byla studována kolonie potápek roháčů, sledoval se vznik kolonie a jejich hnízdění. Přílet ze zimovišť a kladení vajec probíhalo po dlouhý časový úsek. Zjištěná výsledná hustota hnízdění byla velmi vysoká, a to 14,3

hnízd/100 m². Hromadné hnízdění ptáků bylo způsobeno nedostatkem vhodných a odlehlých míst k hnízdění. Autor předpokládá, že míra shlukování je dána kvalitou místa a schopností snížit agresí jednotlivých potápek mezi sebou. Soudí tedy, že k tvorbě kolonie nevede primárně sociální chování (Konter, 2005).

Na jezeře Ijssel proběhla ještě další studie ohledně koloniálního hnízdění potápek roháče. Pozorování trvalo čtyři hnízdící sezóny a byla porovnávána úspěšnost hnízdění (velikost snůšky a vajec, počet ztracených vajec). Z výsledků vyplývá, že koloniální hnízdění nemá žádný pozitivní vliv na velikost snůšky či ztrátu vajec a že nepředstavuje žádnou reprodukční výhodu (Konter, 2008b).

Dále může být tvorba kolonií závislá na změně ekologických podmínek. Pokud jedinci hnízdí opakovaně na jedné vodní ploše, mohou solitérnost a kolonialitu měnit například v závislosti na výšce vodní hladiny a množství vegetace, ve které lze stavět hnízdo. Jsou schopni se i po několika letech koloniálního hnízdění vrátit k teritoriálnímu způsobu (Konter, 2008a).

Uváděným důvodem pro hnízdění v koloniích je také tvrzení, že některé páry by samostatně nebyly úspěšné, což někteří autoři vyvrací. Goc (1986) tvrdí, že tyto páry jsou schopné hnízdit i samostatně. S tím souvisí i teorie, že slabší jedinci, kteří nejsou dostatečně agresivní a úspěšní, předávají své „mírnější“ geny do dalších generací a ty pak ke kolonialitě inklinují (Konter, 2008a).

Se sledováním kolonií potápek roháčů je spjato i zjišťování míry agresivity, která je pro ně typická. Při tvorbě kolonie si páry na plošinkách tvoří a obhajují teritorium intenzivním předváděním námluv. S přibýváním usídlujících se párů agrese roste. Ta pak ale, i přes příchod dalších párů, rychle klesá předtím, než se maximálně naplní kapacita lokality. K poklesu agrese mohou přispívat dva mechanismy: tzv. „dear enemy efekt“ (po stanovení hranic teritoria jedinci projevují menší agresí vůči jedincům sousedícím) a adaptace na sousední páry. Agrese je vysoká především během snášení vajec. V oblastech s vyšší hustotou hnízd slouží jako mechanismus, který zabraňuje vzniku intraspecifického parazitismu a probíhá pouze ve formě ritualizovaného vyhrožování. Míní se, že tvorba kolonií není způsobená měrou sociability druhu, ale vyjadřuje fenotypovou plasticitu, schopnost adaptace na sousední páry a schopnost snížení agrese (Konter, 2011). Agresivita v kolonii je jen vůči zcela cizím párům, mezi sousedy nejsou výrazné konflikty. Jedná se jen o varovné vyhrožování, v rámci kolonie má každý své malé teritorium (Koshelev, 1977). Teritoriální chování roháčů, které je v koloniích pozorováno, se

týká pouze okolí hnízd a není potravní. Potápky se krmí v blízkosti ostatních a po vylíhnutí mláďat s nimi plavou do středu vodní plochy, kde loví potravu v blízkém okolí ostatních rodinek (Venables et Lack, 1935).

Důvodem pro koloniální hnízdění potápek roháčů může být i adaptace proti predátorům, ačkoliv hnízda jsou v koloniích nápadnější. Běžné je i hnízdění s jinými druhy ptáků, např. racky *Laridae* nebo rybáky *Sternidae*. Tyto druhy aktivně upozorňují na predátory a brání se proti nim, proto je pro potápku roháče výhodná synchronizace hnízdění. Pokud se jedná o smíšené kolonie s racky, potápky se přizpůsobují a začínají hnízdit mnohem dříve. (Goc, 1986).

Při hnízdění v koloniích se objevuje synchronizace hnízdění. Důvodem pro synchronizaci v monospecifických koloniích může být i předejití agrese a následné ztráty vajec ze strany sousedních párů (Goc, 1982). Synchronizace se objevuje spíše u menších kolonií o 10 - 30 párech než ve velkých koloniích, kde jsou od sebe hnízda značně vzdálená (Koshelev, 1977).

Goc (1986) tvrdí, že změny v kladení vajec jsou způsobeny hnízdními strategiemi a že sociální stimulace může způsobit synchronizaci v kladení. Naproti tomu Koshelev (1977) tvrdí, že hnízdění závisí zcela na podmínkách vegetace a synchronizace je spíše nepřímým důsledkem hnízdních podmínek.

Stanovit kolonii je vzhledem k různým velikostem teritorií potápky roháče složité. Goc (1986) určuje hranici vzdálenosti dvou hnízd v kolonii na 10 metrů. Hnízdní úspěšnost v koloniích je 42,4 - 62,9% a 1,7 - 2,5 mláďate na pár (Konter, 2008a).

V České republice bylo zaznamenáno hnízdění potápky roháče ve volných koloniích už v historii. V roce 1974 na Českobudějovicku na rybníku Dehtář hnízdilo 45 - 47 párů v koloniích 5 - 25 hnízd, v roce 1975 na rybníku Nesyt 30 párů/1 ha (Šťastný et Hudec, 2016). Mezi lety 1996 - 1999 bylo na Třeboňsku zjištěno koloniální hnízdění u 93 párů z celkového počtu 241 párů (Voldánová et al., 2000). V roce 2011 byla na Třeboňsku na rybníku Dobrá vůle zaznamenána kolonie s více jak 40 hnízdy (Šťastný et Hudec, 2016).

4. Metodika

4.1 Charakteristika studovaného území

Výzkum probíhal na vybraných rybníčních soustavách Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka.

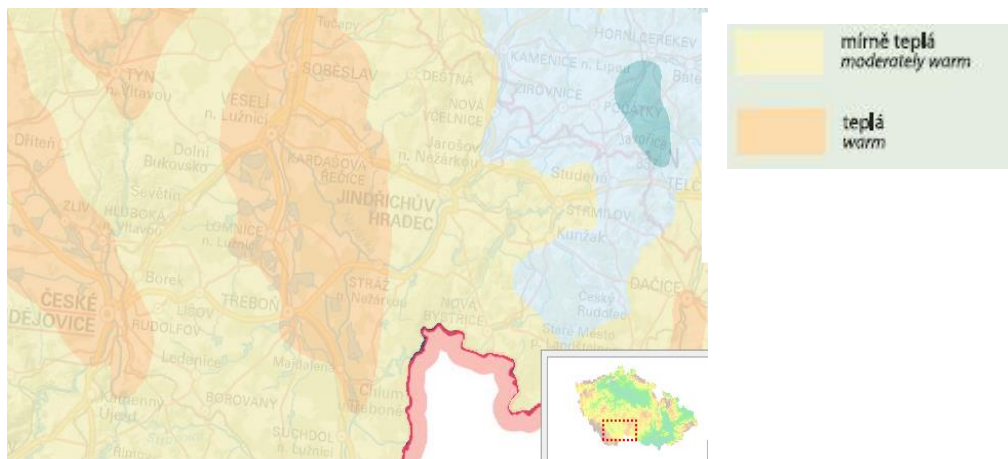
Z hlediska přírodních charakteristik se oblast Třeboňska nachází v mírně teplé oblasti, s dlouhým teplým létem a krátkou mírně teplou zimou (viz Obr. 4.) (Albrecht, 2003). Geomorfologická oblast Třeboňská pánev vznikla v křídě a představuje rozsáhlou sníženinu s plochým georeliéfem. Převažují zde glejové půdy a organozemě (rašelina a slatina) (Kloubec et al., 2015). Značnou část také pokrývají kambizemě (Albrecht, 2003). Z hlediska fytogeografie se jedná o oblast Českomoravské mezofytikum (nížiny až střední horské polohy s převahou opadavého listnatého lesa). Přirozenou vegetací jsou acidofilní bikové, jedlové, březové a borové doubravy s převahou jedlových doubrav (Kloubec et al., 2015). Dále dominují smrkové a borové lesy, v nivách se vyskytují i lužní lesy s fragmenty tvrdého luhu (střemchové doubravy), měkkého luhu a údolními jasanovo-olšovými luhy. Na některých místech se nacházejí zlomky botanicky cenných rašelinišť (Chvátal, 2009; Kloubec et al., 2015). Areál výskytu zde mají například endemiti černýš český *Melampyrum bohemicum* nebo borovice blatka *Pinus rotundata* (Kloubec et al., 2015). S ohledem na množství rybníků v oblasti se zde vyskytuje řada vážek (šidélko jarní *Coenagrion lunulatum*, vážka běloústá *Leucorrhinia albifrons* či nejmenší vážka Evropy šidélko lesklé *Nehalennia speciosa*) a brouků (potápník široký *Dytiscus latissimus*, tesařík obrovský *Cerambyx cerdo* nebo páchník hnědý *Osmoderma barnabita*). Vyskytují se zde ohrožené druhy ryb jako střevle potoční *Phoxinus phoxinus*, vranka obecná *Cottus gobio* nebo piskoř pruhovaný *Misgurnus fossilis*. Z dalších vzácných druhů živočichů například ropucha krátkonohá *Epidalea calamita*, orel mořský *Haliaeetus albicilla* či volavka stříbřitá *Ergretta garzetta* (Kloubec et al., 2015). Původně byla oblast chudá na obsah živin, v posledních desetiletích byla kvůli zemědělství a rybníkářství plošně eutrofizována (Albrecht, 2003).

Velká část sledovaných rybníků se nachází v CHKO Třeboňsko, která se rozkládá mezi městy Veselí nad Lužnicí České Velenice na hranici s Rakouskem (viz Obr. 5.). CHKO Třeboňsko byla vyhlášena v roce 1979, s rozlohou 700 km², a ačkoliv je to území člověkem značně přetvořené, je zde mnoho přirozených vodních

ploch (např. mokřady a rybníky). Vodní plochy zde zaujímají až 15% rozlohy, z toho 10% rybníky. Je zde 465 rybníků s celkovou rozlohou 7450 ha, tyto rybníky zde byly budovány již od 15. a 16. století. Původně se jednalo o rybníky oligotrofní a mezotrofní, dnes jsou výsledkem intenzivního hospodářství plochy eutrofní a hypertrofní (Albrecht, 2003). Litorální porosty rybníků jsou tvořeny rákosem obecným *Phragmites australis*, orobincem úzkolistým *Typha angustifolia*, orobincem širokolistým *Typha latifolia* či zblochanem vodním *Glyceria maxima* (Hýlová, 2009; Kloubec et al., 2015). Vzhledem k chovnému charakteru rybníků je hlavní rybou vodních ploch kapr obecný v různých věkových kategoriích, doplňkovými rybami jsou pak amur bílý *Ctenopharyngodon idella*, sumec velký *Silurus glanis*, štika obecná *Esox lucius*, candát obecný *Sander lucioperca* a lín obecný. Dále se zde vyskytuje nežádoucí střevlička východní. Pro myslivecké účely se zde chovají polodivoké kachny divoké *Anas platyrhynchos*, které však ničí litorální porosty a ruší hnízdící páry vodního ptactva (Hýlová, 2009).

V rámci evropské soustavy chráněných území Natura 2000 byla v Třeboňské pánvi vyhlášena ptačí oblast. Její plocha je 47 386 hektarů a z 94% se překrývá s CHKO Třeboňsko. Tato oblast má nejvíce kritériových druhů v České republice a byl zde zaznamenán výskyt téměř 280 druhů ptáků, přičemž nejméně 182 zde hnízdí (Kloubec et al., 2015). Na seznamu chráněných ptáků je celkem 19 druhů včetně potápky roháče (Chvátal, 2009).

V roce 1977 bylo Třeboňsko zařazeno také do sítě biosférických rezervací UNESCO. V oblasti je 34 chráněných přírodních rezervací a přírodních památek. Některé rybníky a rašeliniště jsou Ramsarskou smlouvou vyhlášeny jako mokřady mezinárodního významu (Chytil et al., 1999; Miko et Štursa, 2010).



Obr. 4.: Klimatické podmínky v zájmovém území (URL 3, upravila Nolfová, 2017)



Obr. 5.: Chráněná krajinná oblast, mokřady Ramsarské smlouvy a Ptačí oblasti v zájmovém území (URL 4, upravila Nolfová, 2017)

4.2 Metodika hladinového sčítání

Sběr dat probíhal formou hladinového sčítání vodních ptáků na vybraných rybníčních soustavách Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka pod vedením doc. Dr. RNDr. Petra Musila, Ph.D. v letech 2004 až 2016.

Data byla sbírána v období od dubna do srpna ve zhruba 14 - ti denních intervalech. Autorka této diplomové práce se do sběru dat zapojila v hnízdní sezóně 2016. Monitorována byla početnost potápek roháčů, přítomnost hnízd a výskyt rodinek (neboli párů vodících mlád'at). Dále se zaznamenávaly počty a stáří mlád'at v rodinkách. Hladinové sčítání probíhalo ze břehu na celkem 175 rybnících (viz Obr. 6.). Při velké ploše rybníka a jeho nepřehlednosti byla hladina pozorována z více míst na břehu. Současně bylo sčítáno i další vodní ptactvo. Sčítání bylo prováděno pomocí binokulárního (10x50) i stativového dalekohledu (20 - 60 x 80 - 100).

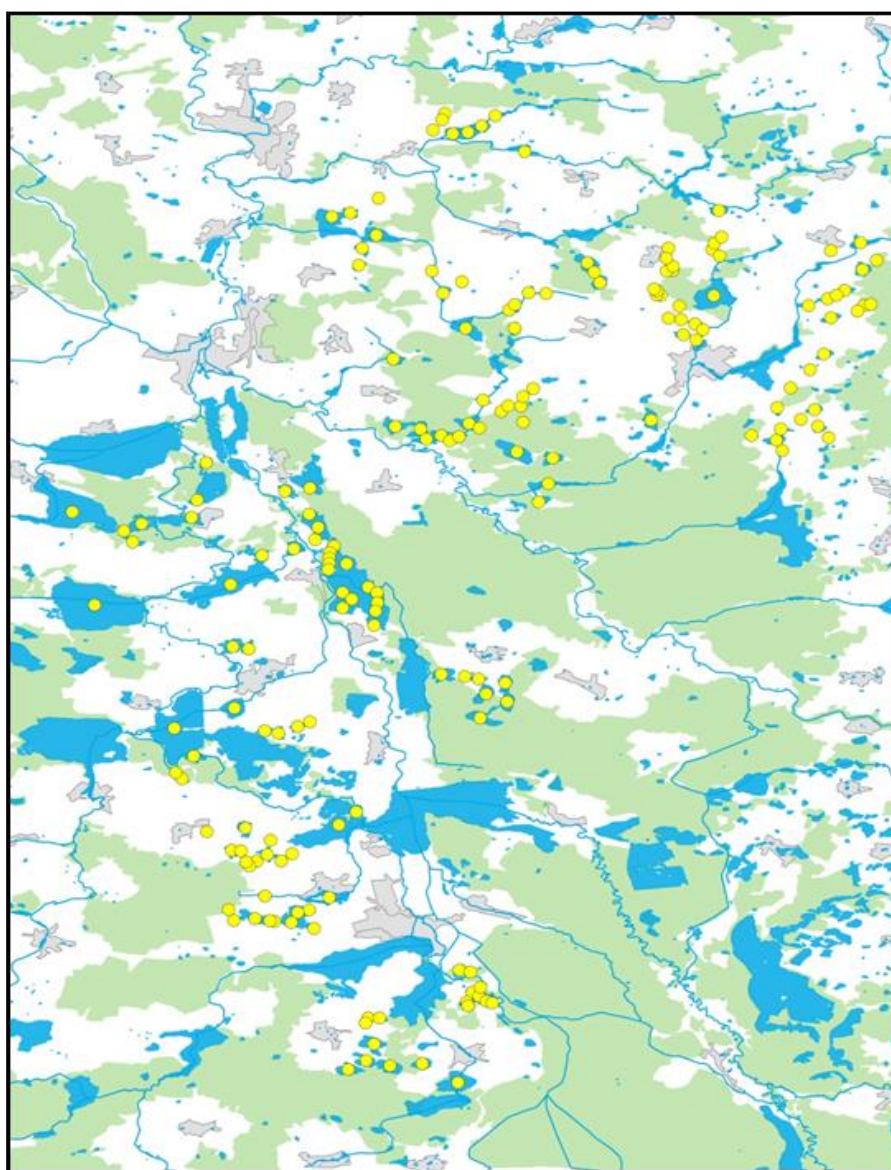
Dále byla použita data získaná sčítáním na 272 sledovaných rybnících jižních a středních Čech mezi lety 1981 – 2016. Tato sčítání probíhala v 2. polovině května a 2. polovině června.

Pro analýzu vlivu prostředí na početnost a reprodukční úspěšnost potápky roháče byla použita také data o rozloze vodní hladiny sledovaných rybníků, podílu litorálních porostů na rozloze rybníků, hloubce rybníků, zastoupení otevřené hladiny v okolí a průhlednosti vody (Tab. 1). Údaje o rozloze vodní hladiny sledovaných rybníků, relativní rozloze litorálních porostů (tj. podíl rozlohy porostů k celkové rozloze rybníka včetně porostů a volné vodní hladiny) a průměrné hloubky rybníků byly získány od rybářských organizací. Zastoupení otevřené krajiny, a rybníků a jiných mokřadů v okolí byly získány analýz recentních leteckých snímků (Musil et al. in litt.) průhlednost vody byla měřena při vlastním sčítání vodních ptáků a to na každém rybníku vždy v druhé polovině května, druhé polovině června a druhé polovině července (Musil et al. in litt.) .

Na jednotlivých rybnících byla registrována přítomnost hnízdních kolonií, a to jako výskyt 6 a více rodinek, nebo 6 a více párů hnízdicích ve vzdálenosti do 10 m (viz např. Goc 1986). Přímá kontrola hnízd však prováděna nebyla.

Tab. 1.: Základní údaje o 175 sledovaných rybnících

Charakteristika rybníka	průměr	Směr. odch.	Rozpětí
Průhlednost vody v květnu (cm)	61.54	42.25	6-367
Průhlednost vody v červnu (cm)	47.25	47.89	5-150
Průhlednost vody v červenci (cm)	33.56	42.77	3-150
Rozloha vodní hladiny (ha)	17.10	38.33	0.21-298.00
Relativní rozloha porostů (%)	19.75	13.87	1.03-81.18
Hloubka vody (m)	1.03	0.59	0.50-4.50
Zastoupení otevřené krajiny v okolí (%)	53.01	21.67	3.32-90.69
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí (%)	16.71	9.38	2.03-44.83



Obr. 6.: Mapa rozmístění sledovaných rybníků na Třeboňsku (Mapový podklad AOPK ČR, URL 5, upravila Nolfová, 2017)

4.3 Analýza dat

4.3.1 Analýza dlouhodobých trendů početnosti

Analýza trendů počtu adultních jedinců i počtu mláďat byla provedena pomocí softwaru TRIM 3.54 (Pannekoek et Strien, 2005), umožňujícího výpočet trendů při neúplném pokrytí sledovaných lokalit v jednotlivých letech sčítání. V případě neúplného pokrytí lokalit netto program umožňuje výpočet tzv. Time totals, tedy počtu jedinců sečtených v daném roce a počtu jedinců dopočtených na nepokrytých lokalitách (Musilová et al., 2014).

Jako měřítko trendu byla použita roční (aditivní) míra změn početnosti a kategorizace trendů dle programu TRIM 3.54, v daném případě tedy: „stable“ - stabilní (neprůkazný trend bez fluktuací), „moderate decrease“ - mírný pokles (roční pokles o méně než 5 %), ostatní kategorie jako „strong increase“ - výrazný vzestup (roční nárůst o více než 5 %), „moderate increase“ - mírný vzestup (roční nárůst o méně než 5 %), „uncertain“ - nejasný trend (neprůkazný trend s výraznými fluktuacemi) a „steep decline“ - výrazný pokles (roční pokles o více než 5%) nebyly v případě této práce zaznamenány.

Trendy početnosti potápky roháče byly počítány pro 272 sledovaných rybníků jižních a středních Čech sledovaných ve 2. polovině května a ve 2. polovině června v dlouhodobém měřítku (1981 - 2016) i pro rybníky sčítané při podrobném monitoringu vodních ptáků v krátkodobém měřítku (2004 - 2016; 175 rybníků).

4.3.2 Analýza vlivu prostředí a koloniálního hnízdění

Pro jednotlivé rybníky sledované v letech 2011 - 2016 byla stanovena pro každou hnízdní sezónu maximální početnost v jednotlivých měsících, a to v dubnu, květnu, červnu a červenci. Dále byl pro každý sledovaný rybník stanoven počet rodinek, a to na základě jednotlivých sčítání a záznamů o stáří a počtu mláďat v rodince. Velikost rodinky byla počítána jako okamžitý aktuálně zaznamenaný počet mláďat v jednotlivé rodince.

Pro analýzu vlivu jednotlivých charakteristik rybníků na výše uvedené populační charakteristiky byla použita vícerozměrná regrese (Multiple regression) a pro analýzu rozdílů mezi rybníky s koloniemi a ostatními rybníky byla použita ANOVA (Statistica 12, StatSoft). Zjištěné počty potápek roháčů byly logaritmicky transformovány.

5. Výsledky

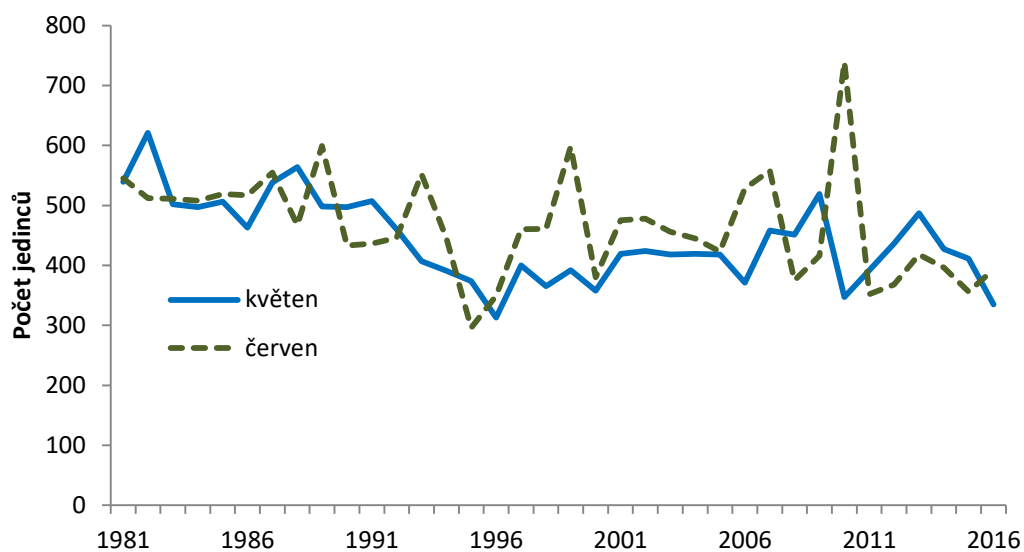
5.1. Změny početnosti

Výsledky první části této práce jsou trendy početnosti adultních potápek roháčů i trendy početnosti rodinek. V dlouhodobém měřítku (1981 - 2016) početnost potápky roháče na 272 sledovaných rybnících mírně klesala (tab. 2. a obr. 7.), přičemž byly vzájemně korelované. V krátkodobém měřítku (2004 – 2016) byly počty adultních ptáků v květnu stabilní, avšak v červnu mírně klesaly, což bylo způsobeno relativně vysokými počty v některých sezónách (2007 a 2010) v první části sledovaného období (tab. 1. a obr. 8.). Květnová křivka je od roku 1990 spíše stabilní, naproti tomu červnová křivka má větší fluktuaci, ale celkově je klesající (obr. 7.). Počty rodinek s mláďaty, pro které byl vytvořen trend v krátkodobém měřítku (2004 – 2016) jsou stabilní. Vzájemné korelace mezi počty adultních ptáků zjištěných v květnu a červnu ($n = 13$, $r = -0.166$, $P = 0.587$) a adultních ptáků zjištěných v květnu a počtem rodinek ($n = 13$, $r = -0.389$, $P = 0.189$), resp. počtem adultních ptáků zjištěných v květnu a počtem rodinek byly statisticky nesignifikantní ($n = 13$, $r = 0.167$, $P = 0.586$).

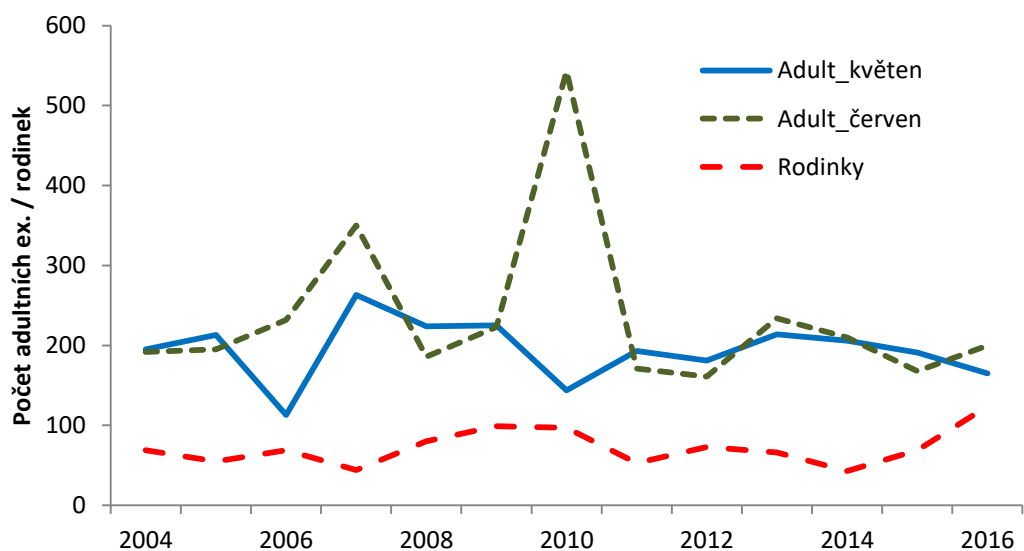
Tab. 2.: Početnost a změny početnosti dospělých ptáků a rodinek

Populační charakteristika	Průměr ± s.e. (rozpětí)	Aditivní změna početnosti ± s.e.	Trend sig.lev.
Dlouhodobé změny početnosti (1981 - 2016)			
Květen	237.32 ± 17.91 (110-464)	-0.008 ± 0.003	Mírný pokles P < 0.01
Červen	250.64 ± 19.90 (161-543)	-0.007 ± 0.003	Mírný pokles P < 0.05
Krátkodobé změny početnosti (2004 - 2016)			
Květen	194.3 ± 10.62 (110 – 282)	-0.011 ± 0.016	Stabilní
Červen	235.77 ± 28.89 (161-543)	-0.027±0.013	Mírný pokles P < 0.05
rodinky	72.39 ± 6.43 (42-124)	0.016±0.013	Stabilní

Obr. 7: Vývoj počtu dospělých potápek roháčů v květnu a v červnu na základě sčítání vodních ptáků na 241 rybnících jižních a středních Čech v letech 1981 – 2016 (v grafu jsou zahrnuty tzv. Time Totals – blíže viz metodika).



Obr. 8: Vývoj počtu dospělých potápek (Adult) roháčů květnu a v červnu a jejich rodinek na základě sčítání vodních ptáků na každoročně kontrolovaných 175 rybnících Třeboňska, Soběslavska a Jindřichohradecka v letech 2004 – 2016.



5.2 Vliv prostředí na početnost na jednotlivých rybnících

Analýza vlivu jednotlivých charakteristik rybníků na níže uvedené populační charakteristiky (tab. 3. a 4.) byla založena na výsledcích sčítání z 175 rybníků sledovaných v letech 2011 - 2016.

Tab. 3.: Populační charakteristiky potápky roháče na jednotlivých rybnících

Populační charakteristika	Průměr	Směr. odch.	Rozpětí
Početnost adultních jedinců v dubnu	1.82	7.69	0-125
Početnost adultních jedinců v květnu	1.97	6.92	0-91
Početnost adultních jedinců v červnu	1.51	4.156	0-32
Početnost adultních jedinců v červenci	1.65	6.68	0-85
Počet rodinek	0.56	1.83	0-18

Tab. 4.: Velikost rodinek potápky roháče (n = 1895)

Počet mláďat	1	2	3	4	5	Průměr	Směr. odch.
Počet případů	766	661	323	113	32	1.94	0.98

Výsledky vícerozměrné regresní analýzy (tab. 5 a 6) ukázaly, že pozitivní vliv na početnost adultních potápek roháčů má po celou hnízdní dobu (duben až červenec), rozloha vodní hladiny rybníka. Potápky roháči tedy preferují rozsáhlejší rybníky. S výjimkou května má statisticky průkazný vliv i zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí. Potápky roháči tedy preferují spíše rybníky uprostřed rybníčních soustav. Průhlednost vody, resp. její červnová hodnota má statisticky významný pozitivní vliv na početnost kultních potápek roháčů v červnu a červenci a také na početnost rodinek. Počty rodinek byly také vyšší na rybnících s vyšším zastoupením rybníků a jiných mokřadů v okolí.

Tab. 5.: Vliv charakteristik rybníků na početnost adultních potápek roháčů v dubnu, květnu, červnu a červenci (signifikantní vztahy jsou zvýrazněny tučně).

Charakteristika rybníka	estimate	std.err.	t	P
Početnost v dubnu				
Constant	-2.847	1.503	-1.189	0.059
Průhlednost vody (květen)	0.013	0.007	-1.805	0.071
Rozloha vodní hladiny	0.068	0.007	9.213	0.001
Relativní rozloha porostů	0.021	0.020	1.025	0.306
Hloubka vody	0.302	0.493	0.061	0.540
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	0.022	0.015	1.490	0.137
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	0.151	0.037	4.119	0.001
Početnost v květnu				
Constant	1.278	1.309	0.976	0.329
Průhlednost vody (květen)	-0.002	0.006	-0.403	0.686
Rozloha vodní hladiny	0.079	0.006	12.250	0.001
Relativní rozloha porostů	0.020	0.018	1.162	0.245
Hloubka vody	-0.335	0.430	-0.780	0.436
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	-0.021	0.013	-1.671	0.095
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	0.050	0.032	1.575	0.116
Početnost v červnu				
Constant	0.054	0.794	0.068	0.946
Průhlednost vody (květen)	-0.001	0.004	-0.233	0.916
Průhlednost vody (červen)	-0.001	0.004	-0.056	0.955
Rozloha vodní hladiny	0.040	0.004	10.395	0.033
Relativní rozloha porostů	0.002	0.011	0.154	0.878
Hloubka vody	-0.064	0.261	-0.246	0.805
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	-0.004	0.008	-0.566	572.000
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	0.071	0.020	3.641	0.001
Početnost v červnu				
Constant	-2.359	1.220	-1.930	0.054
Průhlednost vody (květen)	0.004	0.006	0.626	0.532
Průhlednost vody (červen)	0.014	0.005	1.728	0.006
Průhlednost vody (červenec)	-0.005	0.005	-0.972	0.331
Rozloha vodní hladiny	0.086	0.006	14.255	0.001
Relativní rozloha porostů	0.023	0.016	1.368	0.172
Hloubka vody	0.123	0.400	0.307	0.758
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	0.001	0.112	0.096	0.924
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	0.072	0.030	2.421	0.016

Tab. 6.: Vliv charakteristik rybníků na početnost rodinek potápek roháčů (signifikantní vztahy jsou zvýrazněny tučně).

	estimate	std.err.	t	P
Constant	0.564	0.383	1.475	0.141
Průhlednost vody (květen)	-0.001	0.002	-0.425	0.671
Průhlednost vody (červen)	0.003	0.002	2.170	0.030
Průhlednost vody (červenec)	-0.002	0.002	-1.386	0.166
Rozloha vodní hladiny	0.002	0.002	0.800	0.425
Relativní rozloha porostů	0.001	0.005	0.114	0.909
Hloubka vody	-0.059	0.126	-0.472	0.637
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	-0.007	0.004	-1.850	0.065
Zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	0.220	0.009	2.323	0.020

5.3 Koloniální hnízdění

V letech 2011–2016 bylo zaznamenáno celkem 30 hnízdních kolonií potápky roháče na 12 rybnících Třeboňské pánve a okolí, a to na rybnících: Prostřední u Domanína (rok 2016), Obojský (rok 2016), Nový u Dvorců (rok 2016), Břilický (rok 2012), Velký Lomnický (roky 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), Láska (roky 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), Skutek (roky 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), Blaník (rok 2011), Rod (rok 2016), Zadní Pasecký (rok 2016), Okřínek (roky 2015 a 2016) a Bošilecký (roky 2012, 2014, 2015 2016).

Početnost potápek roháčů v koloniích byla vyšší než na rybnících bez kolonií. Vyšší byla i průměrná velikost rodinky (ANOVA: $F=6.933$ $P = 0.009$), která na rybnících s koloniemi dosahovala 2.00 ± 1.00 ($n=893$) a na rybnících bez kolonií 1.88 ± 0.96 ($n=1002$). Rybníky s koloniemi se lišily v červnové průhlednosti vody, rozloze vodní hladiny, zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí i zastoupení otevřené krajiny v okolí. Kolonie byly zjištěny na rybnících s větší rozlohou vodní hladiny, s vyšší průhledností vody i s vyšším zastoupením rybníků v okolí a naopak s menším zastoupením otevřené krajiny v okolí (tab. 7).

Tab. 7: Srovnání rybníků s koloniemi a bez kolonií

Populační charakteristiky	ANOVA		Rybníky bez kolonie (n=674)		Rybníky s kolonií (n = 30)	
	F	P	Mean	st.d.	mean	st.d.
Početnost adultních jedinců v dubnu	67.267	< 0.0001	1.3	6.3	12.6	19.4
Početnost adultních jedinců květnu	165.906	< 0.0001	1.3	4.9	16.3	19.0
Početnost adultních jedinců v červnu	371.804	< 0.0001	1.0	3.1	13.1	6.7
Početnost adultních jedinců v červenci	138.1	< 0.0001	1.1	5.8	14.5	10.6
Počet rodinek	917.71	< 0.0001	0.3	0.8	7.07	4.62
Charakteristiky rybníků						
Průhlednost vody (květen)	0.374	0.541	61.34	42.35	66.17	40.41
Průhlednost vody (červen)	7.935	0.005	46.18	31.98	71.23	176.77
Průhlednost vody (červenec)	0.34	0.56	33.76	43.48	29.1	21.08
Rozloha vodní hladiny	10.291	0.001	13.13	36.82	38.92	60.34
Relativní rozloha porostů	0.013	0.911	19.74	14.03	20.02	9.52

Hloubka vody	3.657	0.056	1.04	0.59	0.83	0.13
Zastoupení otevřené krajiny v okolí	8.19	0.004	53.5	21.14	41.98	29.68
Zzastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí	22.389	< 0.0001	16.36	9.05	24.52	12.79

6. Diskuze

6.1 Změny početnosti

Z výsledků této práce vyplývá dlouhodobý trend početnosti potápky roháče na rybnících Třeboňské pánve (r. 1981 – 2016). Výzkum navazuje na práci Musila (1998), v níž byly zjišťovány početnosti hnízdních populací potápky roháče a dalších vodních ptáků na rybnících Třeboňska v letech 1981 – 1997. Mezi lety 1988 – 1997 byl zjištěn signifikantní pokles, který odpovídá velkému poklesu od poloviny 80. let na celém území České republiky (Cepák et al., 1999). Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, vliv na tento značný pokles měl výskyt botulismu, zvýšení rybích obsádek, snížení průhlednosti vody a zánik litorálních porostů. Roční produkce ryb na Třeboňsku stoupla od roku 1850 do roku 1990 téměř desetkrát, přičemž největší nárůst proběhl mezi lety 1950 a 1980 (Pokorný et Pechar, 2000). Produkce se v té době zvýšila na více než 1000 kg/ha (Musil, 2006). Vliv intenzity rybničního hospodaření zmiňuje řada autorů (Musil et Fuchs, 1994; Pykal et Janda, 1994; Cepák et al., 1999). Pykal a Janda (1994) uvádí, že produkce nad 800kg/ha redukuje potravní nabídku pro vodní ptactvo a hustota průměrné rybí obsádky by se měla pohybovat maximálně mezi 500 – 700kg/ha, což je mnohem méně, než je už řadu let standardní produkce.

Ačkoliv se uvádí, že zvýšení rybí obsádky zapříčinilo drastický pokles potápky roháče a dalších druhů vodních ptáků, není to jednoznačný faktor ovlivňující vývoj početnosti potápky roháče. Důsledkem vyšších denzit rybích obsádek je snížení průhlednosti, což znemožňuje potápce roháč lovit potravu, a dále redukce litorálních porostů, který představuje vhodné plochy ke stavbě hnízd. Důležitější je ale velikost potravy, potápka roháč může reagovat na vyšší rybí obsádku i pozitivně, ale pouze do velikosti jednoletých ryb (u kapra obecného). Což se potvrdilo i na Třeboňsku, kdy bylo zjištěno, že více než 90% zjištěných rodinek se vyskytuje na rybnících s jednoletou rybí obsádkou (Cepák et al., 1999). Potápka roháč tak v oblasti vyhledává a obsazuje rybníky s velikostně vhodnou obsádkou, což může vysvětlovat absolutní absenci nebo naopak nezvykle vysoký výskyt na jednotlivých rybnících.

Podle Cepáka et al. (2008) došlo na Českobudějovicku v letech 1991 - 2007 k až dvojnásobnému zvýšení počtu potápek roháčů, přičemž příčinou bylo vysazení jednoletých kaprů v některých rybnících. Šťastný a Hudec (2016) tento nárůst

přisuzují výskytu plevelných ryb na některých rybnících. Růst početnosti dokumentují i na Třeboňsku. Naproti tomu výsledky této práce ukazují v daném období spíše na tendenci mírného poklesu. Cepák et al. (2008) mezi lety 1994 -1999 na Třeboňsku zaznamenal 250 - 350 párů potápky roháče. Sčítáním v rámci této práce bylo ve stejném období zjištěno 150 – 300 párů, přičemž rozdílnost počtu může být dána odlišným výběrem zahrnutých rybníků. Dlouhodobý mírný pokles zjištěný z výsledků této práce koresponduje s celkovým poklesem v České republice a poklesem zaznamenaným v různých oblastech. Např. na Novomlýnských nádržích bylo v roce 1979 zaznamenáno 300 – 500 párů, v roce 2000 to bylo pouze 9 párů na 3 vodních nádržích (Šťastný et al., 2006). Na Českomoravské vrchovině byl v letech 2001 – 2004 zaznamenán pokles o 20 – 30% (Kunstmuller et Kodet, 2005). Také Reif et al. (2006) na základě zjišťování trendů početnosti ptáků v České republice v letech 1982 – 2005 uvádí mírný pokles u potápky roháče.

Při zjišťování příčin výkyvů v početnosti dospělých jedinců i rodinek lze hledat souvislosti i v klimatických podmínkách prostředí. Po vylíhnutí mláďat jsou pro ně, vzhledem k jejich nedostatečné termoregulaci, klíčové teplotní podmínky. Nepříznivé počasí může způsobit vysokou úmrtnost mláďat, případně devastaci hnízd (Sychra, 2012b). Je tedy možné předpokládat, že nižší průměrné teploty mohou způsobit nižší počty úspěšně vyvedených mláďat a následně nižší počty dospělých jedinců a rodinek na lokalitách v následující hnízdní sezóně (a vyšší teploty naopak). Výzkumem teplotních změn mezi lety 1977 – 2009 na Třeboňsku byly zjištěny chladné roky (1978, 1985, 1991, 1996, 2003 a 2005) a roky teplejší (1983, 1986, 1989, 1990, 1992, 1994, 2000 a 2007) (Dušek et al., 2012). Porovnáním s křivkami početností nebyla zjištěna souvislost mezi chladnými roky a kolísajícími početnostmi dospělých jedinců, ani mezi teplotami a počty rodinek. Možná korelace se prokázala jen u teplých roků 1986, 1990, 1992 a 2000, kdy byly počty dospělých jedinců v dalším roce značně vyšší.

Z výsledků vyplývá, že v posledním roce vysoce stoupl počet rodinek, bylo zaznamenáno rekordních 124 rodinek. Jednou z příčin nárůstu může být výskyt invazivní ryby střevličky východní, která pro potápku roháče vzhledem k její velikosti představuje ideální potravu. V České republice se vyskytuje od 70. – 80. let a byla opakovaně prokázána na Nadějské rybniční soustavě na Třeboňsku, kde se také dále množila (Musil, 2016). Na rybníku Láska byla odhadnuta populace na 9000 kusů/ha a na rybníku Víra 8500 kusů/ha. Bylo také zjištěno, že se šíří z výše

položených rybníků do níže položených (Čech, 2011). Lze předpokládat, že vzhledem k adaptabilitě střevličky východní, je její výskyt v Třeboňské pánvi plošný.

6.2 Vliv prostředí

Na počty dospělých roháčů má ve všech sledovaných měsících v průběhu hnízdní doby pozitivní vliv rozloha vodní hladiny, což souhlasí s výsledky různých autorů. Na základě výzkumu hnízdění potápky roháče na Třeboňsku od roku 1988, bylo zjištěno, že na rybnících menších než 1 hektar se prakticky nevyskytuje a výskyt na rybnících o velikosti 1 – 5 hektarů je velmi nízký. Počet dospělých jedinců vzrůstal s rostoucí velikostí vodní plochy, avšak na rybnících větších než 125 hektarů se již nevyskytovaly žádné rodinky (Cepák et al., 1999). Hýlová (2009) zjistila, že mezi lety 2005 a 2006 začala potápka roháč na Nadějské rybníční soustavě na Třeboňsku více preferovat rybníky s větší rozlohou (20 – 30 ha a 30 – 40 ha). Malý výskyt na menších rybnících vysvětluje tím, že na malých rybnících bývají potápky vyrušovány. Také Musil et al. (1997) zjistili, že výskyt rodinek na Třeboňsku závisí nejvíce na potravní nabídce a rozloze vodní plochy.

U dospělých jedinců ani i u rodinek nebyl zjištěn signifikantní vliv při zvýšeném podílu litorálního porostu. Podle Ulenaersové a Dhondta (1990) však bylo zjištěno, že potápka roháč preferuje při hnízdění rybníky s větším podílem porostů. Autoři ale dále tvrdí, že podíl porostů má spíše okrajový vliv, hlavní vliv na hustotu teritorií na rybníku přisuzují rozloze vodní plochy a dále hustotě rybí obsádky. Kloskowski et al. (2010) podle výzkumu v Polsku uvádí, že v porovnání s ostatními potápkami a ostatním běžným vodním ptactvem, je potápka roháč nejméně závislá na vegetaci. Jako nejdůležitější faktor opět zmiňují potravní nabídku.

Pozitivní vliv průhlednosti vody byl signifikantní u adultních jedinců v červenci a u rodinek. Problematika průhlednosti byla již popsána výše, lze ji tedy brát jako indikátor stavu rybníků z hlediska trofie a velikosti rybí obsádky. Pozitivní vliv průhlednosti na Třeboňských rybnících zaznamenal také Cepák et al. (1999). Skutečnost, že signifikantní pozitivní vliv červnové průhlednosti vody byl prokázán v případě početnosti adultních jedinců v červenci a u počtu rodinek, může ukazovat na to, že na Třeboňských rybnících na jaře (květen) nastává fáze čisté vody, kdy je dostatek velkého zooplanktonu, který omezuje fytoplankton (Sychra, 2012b). Průhlednost vodu hraje roli až v červnu, kde dosahuje určité variability v důsledku

různého načasování nasazování ryb. V červenci pak průhlednost již hraje nižší roli, protože obecně dosahuje velmi nízkých hodnot (Musil et al. 2016).

Důležitým faktorem ovlivňujícím početnost potápky roháče (adultních jedinců i mládřat) je zastoupení rybníků a jiných mokřadů v okolí. Tato charakteristika dosahuje vyšších hodnot v úzce propojených rybníčních soustavách, kde se mohou roháči snadněji přesunovat mezi jednotlivými rybníky a reagovat tak na aktuální potravní nabídku.

6.3 Reprodukční strategie

Zajímavé výsledky přineslo porovnání reprodukčních strategií potápek roháčů ve sledovaném území, tedy porovnání soliterně nebo v koloniálně hnízdících párů. Skupiny ptáků, kteří hnízdili v koloniích, dosahovali vyšších počtů jedinců i rodinek na 1 rybník. Zjištěná vyšší průměrná velikost rodinek v koloniích je v rozporu se zjištěními Kontera (2008b), který z čtyřletého pozorování na jezeře Ijsell nezjistil žádnou vyšší úspěšnost v důsledku koloniálního hnízdění. Koshelev (1977) po srovnání soliterního a koloniálního hnízdění dokázal, že při koloniálním hnízdění bylo vyvedeno více mládřat. Goc (1986) při srovnávání pouze prokázal, že úspěšnost u koloniálně hnízdících nebyla nižší než u soliterně hnízdících. Konter (2008a) to vysvětluje tím, že kolonie si na lokalitě obsadí ta nejlepší místa a soliterně hnízdící páry jsou nuceny se přemístit do horších podmínek.

Zjištění, že kolonie byly zaznamenány na rybnících s vyšší červnovou průhledností vody, ukazuje na to, že potápky roháči při hledání míst s dostatečnou potravní nabídkou mohou tvořit kolonie. To se shoduje s výsledky několika autorů (Vlug, 1980; Koshelev, 1977; Siegel-Causey et Kharitonov, 1990). Konter (2008) také odůvodňuje tím, že na vodní ploše kde je relativní dostatek potravy, není nutná tak výrazná obhajoba teritoria a budování hnízda v něm.

Dále bylo zjištěno, že na kolonialitu má pozitivní vliv rozloha rybníků. Voldánová (1997) uvádí, největší výskyt rodinek s mládřaty na Třeboňsku na středně velkých rybnících o rozloze 5 – 25 ha.

7. Závěr

V průběhu zpracování této diplomové práce byly nejprve zjištěny změny početnosti potápky roháče na vybraných rybníčních soustavách Třeboňska, a to ve formě dlouhodobých a krátkodobých trendů početnosti dospělých jedinců a trendů početnosti rodinek. V dlouhodobém měřítku (1981 - 2016) byla na 272 sledovaných rybnících zjištěna mírně klesající početnost. V krátkodobém měřítku (2004 – 2016) byly počty adultních ptáků v květnu stabilní, avšak v červnu mírně klesaly. Počty rodinek s mláďaty v krátkodobém měřítku (2004 – 2016) jsou stabilní.

Dále byl analyzován vliv prostředí na početnost potápek roháčů na celkem 175 rybnících v letech 2011 - 2016. Bylo zjištěno, že pozitivní vliv na početnost adultních roháčů má po celou hnízdní dobu (duben až červenec) rozloha vodní hladiny rybníka a potápka roháč preferuje rozsáhlejší rybníky. Průhlednost vody, resp. její červnová hodnota měla pozitivní vliv na početnost adultních potápek roháčů v červnu a červenci a také na početnost rodinek. Počty rodinek byly také vyšší na rybnících s vyšším zastoupením rybníků a jiných mokřadů v okolí.

V poslední části byly zkoumány reprodukční strategie potápky roháče ve sledované oblasti. V letech 2011 – 2016 bylo zaznamenáno celkem 30 hnízdních kolonií potápky roháče na 12 rybnících Třeboňské pánve a okolí. Bylo zjištěno, že početnost potápek roháčů v koloniích byla vyšší než na rybnících bez kolonií a vyšší byla i průměrná velikost rodinky. Kolonie byly prokázány na rybnících s větší rozlohou vodní hladiny, s vyšší průhledností vody i s vyšším zastoupením rybníků v okolí.

Výsledky této diplomové práce mohou napomoci pochopit, jaké jsou příčiny kolísání početnosti potápek roháčů, co ovlivňuje jejich reprodukční úspěšnost a jaké jsou jejich hnízdní strategie v podmínkách rybníčních soustav Třeboňské pánve.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Adam M., Musil P. et Musilová Z., 2016: Změny početnosti zimujících vodních ptáků v ČR (1966–2015). *Aythya* 6. 27-39.

Albrecht J., 2003: Českobudějovicko, Chráněná území ČR. VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 807 s.

Cepák J., Musil P. et Voldánová G., 1999: Trends in breeding populations of grebes in the Czech Republic: indicators of environmental changes. *Vogelwelt* 120. 283-288.

Cepák J., Klvaňa P., Škopek J., Schropfer L., Jelínek M., Hořák D., Formánek J. et Zárýbnický J., 2008: Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky. Aventinum, Praha, 607 s.

Creutz G., 1970: Versammlungen bei Lappentauchern. *Beiträge zur Vogelkunde* 15. 202-203.

Čech M., 2011: Výskyt a základní aspekty biologie *Pseudorasbora parva* na modelové rybníční soustavě na Třeboňsku. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, České Budějovice. 40 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.

Dušek J., Stellner S. et Komárek A., 2012: Long-term air temperature changes in a Central European sedge-grass marsh. *Ecohydrology*.

Fiala V., 2008: Náměšťské rybníky a jejich ptactvo 1885-2008. Pobočka ČSO na Vysočině, Jihlava, 350 s.

Goc M. 1982. Ekologia gniazdowania perkoza dwuczubego *Podiceps cristatus* (L.) na jeziorze D ruino. University of Gdańsk. (disertační práce). „nepublikováno“.

Goc M., 1986: Colonial versus territorial breeding of the Great crested grebe *Podiceps cristatus*. *Acta ornithologica*.

Gwiazda R., 2009: Can poor foraging habitat (an inundated opencast sulphur mine) be attractive to the Great crested grebe (*Podiceps cristatus*)?. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology* 37. 135-139.

Hanzák, J., 1952: Roháč velký, *Podiceps c. cristatus*, jeho ekologie a hospodářský význam. Národní muzeum, Praha, 37 s.

del Hoyo J., Elliott A. et Sargatal J. [eds.], 1992: Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions, Barcelona, 696 s.

- del Hoyo, J., Collar, N.J., Christie, D.A., Elliott, A. and Fishpool, L.D.C., 2014: HBW and BirdLife International: Illustrated Checklist of the Birds of the World. Lynx Edicions BirdLife International, Cambridge, 904 s.
- Hudec K. [ed.], 1994: Ptáci – Aves I. Academia, Praha, 671 s.
- Hýlová A., 2009: Hnízdní biologie potápky roháče ve dvou různých biotopech Třeboňské pánve. Živa 1. 38-41.
- Chvátal M. [ed.], 2009: Ptačí oblasti České republiky. Aventinum, Praha, 88 s.
- Chytil J., Hakrová P., Hudec K., Jandová J., Pellantová J. [eds.], 1999: Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních lokalit České republiky. Český ramsarský výbor, Mikulov, 35 s.
- Kloskowski J., Nieoczym M., Polak M. et Pitucha Piotr., 2010: Habitat selection by breeding waterbirds at ponds with size-structured fish populations. Naturwissenschaften 97. 673-682.
- Kloubec B., Hora J., Šťastný K. [eds.], 2015: Ptáci jižních Čech. Jihočeský kraj, České Budějovice, 639 s.
- Konter A., 2005: Annual Building-up of Great Crested Grebe Colonies: An Example from the Dutch IJsselmeer. Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology 28. 351-358.
- Konter A., 2008a: Colonial nesting in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus*. Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg, 120 s.
- Konter A., 2008b: Seasonal Evolution of Colonial Breeding in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus*: a Four Years' Study at Lake IJssel. Ardea 96. 13-24.
- Konter A., 2011: Seasonal Patterns of Aggressiveness in Colonial Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*. Ardea 99. 85-92.
- Koshelev A. I., 1977: The colonial nesting habitats of the Great crested grebe (*Podiceps cristatus*) in the Northern part of Lake Mzelinskoe. Bulletin of Moscow Naturalists' Society 82. 5-9.
- Kunstmüller I. et Kodet V., 2005: Ptáci Českomoravské vrchoviny. Historie a současnost hnízdního rozšíření v kraji Vysočina. ČSOP Jihlava et Muzeum Vysočiny Jihlava, Jihlava, 220 s.
- Macháček P., 2014: Potápka roháč na Lednických rybnících. Příroda. 4-9.
- Miko L. et Štursa J., 2010: Národní parky a chráněné krajinné oblasti v České republice. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 71 s.

- Musil M., 2016: Formování planktonu a produkční charakteristiky v eutrofních rybnících. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. 27 s. (autoreferát disertační práce). „nepublikováno“.
- Musil P., 1998: Změny početnosti hnízdních populací vodních ptáků na rybnících Třeboňské pánve v letech 1981 – 1997. *Sylvia* 34. 13-26.
- Musil P., 2000: Rybníky a jejich obhospodařování. *Sylvia* 36. 74-80.
- Musil P., 2006: A review of the effects of intensive fish production on waterbird breeding populations. *Waterbirds around the world*. 520-521.
- Musil P. et Fuchs R., 1994: Changes in abundance of water birds species in southern Bohemia (Czech Republic) in the last 10 years. *Hydrobiologia* 279. 511 – 519.
- Musil P. et Musilová Z., 2014: Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2004 až 2013. *Aythya* 5. 27-47.
- Musil P., Pichlová R., Veselý P. et Cepák J., 1997: Habitat selection by waterfowl broods on intensively managed fishponds in South Bohemia (Czech Republic). *Wetlands International Publication* 43. 169-175.
- Musilová Z., Musil P. et Prokešová E., 2016: Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2015. *Aythya* 6. 15-26.
- Musilová Z., Musil P., Zouhar J., Bejček V., Šťastný K. et 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.
- Pannekoek J. et van Strien A.J., 2005: TRIM 3 Manual (TRENDS and Indices for Monitoring Data). Statistics Netherlands. Voorburg.
- Pokorný J. et Pejchar L., 2000: Development of fishpond ecosystems in the Czech Republic: Role of management and nutrient input (Limnological review). *Sylvia* 36. 8-15.
- Pykal J. et Janda J., 1994: Početnost vodních ptáků na jihočeských rybnících ve vztahu k rybničnímu hospodaření. *Sylvia* 30. 3-11.
- Řepa P., 2009: Potápky (*Podicipedidae*) Tachovska. *Erica* 16. 27-54.
- Schonert B., 2002: Results of the Great crested grebe census (*Podiceps cristatus*) in Berlin 2001. *Berliner Ornithologischer Bericht* 12. 132-144.
- Siegel-Causey D., Kharitonov S. P., 1990: The evolution of coloniality. *Current Ornithology*, Plenum Press New York 7. 285-330.
- Simmons K. E. L., 1974: Adaptations in the reproductive biology of the Great Crested Grebe. *British Birds* 67. 413–437.

- Snow D.W. et Perrins C.M. [eds.], 1998: The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition Vol. 1, Oxford University Press, New York, 1009 s.
- Sychra J., 2012a: Ze života potápek na našich rybnících I. Živa 2. 87-89.
- Sychra J., 2012b: Ze života potápek na našich rybnících II. Živa 3. 137-140.
- Ševčík J., 1998: Změny početnosti vodních ptáků na rybníku Velký Tisý a okolních rybnících v letech 1988–1994. Sylvia 34. 3-12.
- Školníková H., 2009: Vybrané aspekty hnízdní biologie *Podiceps cristatus* v rybníčních biotopech Třeboňské pánve. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Šťastný K., Hudec K. [eds.], 2016: Ptáci - Aves I. Academia, Praha, 790 s.
- Šťastný K., Bejček V. et Hudec, K., 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice: 2001-2003. Aventinum, Praha, 463 s.
- Ulenaers P. et Dhondt A. A., 1990: Phenology, habitat choice and reproduction of the Great crested grebe *Podiceps cristatus* l. on a fish-farm. Ardea 79. 395-408.
- Ven Der Poel G., 2000: Do we have to consider the Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*) a territorial, solitary breeding or a colonial species? De Graspieper 19. 93-103.
- Venables L. S. V. et Lack D., 1935: TERRITORY IN THE GREAT CRESTED GREBE. The Auk 52. 191-198.
- Vogrin M., 2003: Breeding success of Great crested grebe *Podiceps cristatus* on fishponds. Ornis Svecica 12. 203-210.
- Voldánová, G., (1999): Ekologie potápky roháče (*Podiceps cristatus*) v podmínkách rybníků Třeboňské pánve. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Voldánová G., Musil P. et Cepák J., 2000: Colonial breeding of Great crested grebe (*Podiceps cristatus*) on fishponds in the Třeboňsko biosphere reserve. Sylvia 36. 65.

Internetové zdroje

BirdLife International, 2015: *Podiceps cristatus* (Great Crested Grebe) – European Red List Status (online) [cit. 2017.02.01], dostupné z: <http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/Species/erlob/summarypdfs/2269660_2_podiceps_cristatus.pdf>

BirdLife International. 2016. *Podiceps cristatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016 (online) [cit. 2017.02.01], dostupné z <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22696602A86037864.en>>
Wetlands International, 2017: Waterbird Population Estimates (online) [cit.2017.01.20], dostupné z <<http://www.wpe.wetlands.org>>.

Obrázky

Obr. 1. - URL 1.: <<http://www.ebcc.info/index.php?ID=557>> [cit. 2017.03.01]

Obr. 2.: Rozšíření potápky roháč v Západní Palearktidě. Snow D.W. et Perrins C.M. [eds.], 1998: The Birds of the Western Palearctic. Consice Edition Vol. 1, Oxford University Press, New York, 1009 s.

Obr. 3. - URL 2.: <http://birds.cz/avif/atlas_sq_alloc.php> upravila Nolfová, 2017, [cit. 2017.03.01]

Obr. 4. - URL 3.: <<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>> Národní geoportál INSPIRE: Mapa klimatických oblastí, upravila Nolfová, 2017, [cit. 2017.04.02]

Obr. 5. - URL 4.: <<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>> Národní geoportál INSPIRE: Velkoplošně zvláště chráněné území, Mokřady Ramsarské úmluvy, Natura 2000, Vodní plochy, upravila Nolfová, 2017, [cit. 2017.04.02]

Obr. 6. - URL 5.: <<http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>> VÚV TGM, oddělení geografických informačních systémů a kartografie: A03 - vodní tok (hrubé úseky), A05 - vodní nádrže., <<https://geoportal.gov.cz/web/guest/eshop/gallery#mainProductPanelId:productDetailPanelId>> 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).

Upraveno v ArcGIS 10. 4., upravila Nolfová, 2017, [cit. 2017.04.02]

9. Přílohy



Obr. 9.: Potápka roháč na hnízdě (autor: P. Musil)



Obr. 10.: Mládě potápky roháče na hnízdě (autor: P. Musil)



Obr. 11.: Rodinka potápek roháčů (autor: P. Musil)