

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Dlouhodobé lokální změny početnosti zimujících labutí velkých
(*Cygnus olor*) v ČR

Long-term changes in numbers of Mute Swan *Cygnus olor* on a local level

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Musilová, Ph.D.

Diplomant: Petra Krafková

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Krafková Petra

Regionální environmentální správa

Název práce

Dlouhodobé lokální změny početnosti zimujících labutí velkých (*Cygnus olor*) v ČR

Anglický název

Long-term changes in numbers of Mute Swan *Cygnus olor* on a local level

Cíle práce

Cílem práce je identifikovat geografické a habitatové charakteristiky, které by vysvětlovaly současnou početnost a její dlouhodobé změny labutě velké (*Cygnus olor*) na jednotlivých lokalitách zimování v rámci ČR v letech 1966-2013. Početnost sledovaného druhu v dlouhodobém měřítku narůstá, v krátkodobém klesá a v posledních letech je její početnost stabilní. Hodnoceny budou habitatové nároky labutě velké a na základě nich určeny lokality významné pro zimování druhu. Analyzován bude také dlouhodobý vliv ochrany dané lokality a klimatu na lokální změny početnosti.

Metodika

- Údaje o početnosti a distribuci labutě velké (*Cygnus olor*) v době zimování použité v diplomové práci pocházejí z Mezinárodního sčítání vodních ptáků v ČR z let 1966–2013.
- Změny početnosti labutě velké na jednotlivých lokalitách budou analyzovány pomocí softwaru TRIM (Trends and Indices for Monitoring data, Statistic Netherlands version 3.52, Pannekoek & Van Strien 2005).
- Hodnoceny budou následující charakteristiky jednotlivých lokalit: nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka, region v rámci ČR, průměrná lednová teplota, zastoupení krajinného pokryvu (CORINE Land Cover 2006, EEA 2009), diverzita krajinného pokryvu (Shannonův index diverzity, McGarigal et al. 2012), stupeň urbanizace, legislativní ochrana (velkoplošná a maloplošná zvláště chráněná území).

Harmonogram zpracování

duben - říjen 2013: zpracování literární rešerše

listopad 2013 - leden 2014: analýza dlouhodobých dat o početnosti na jednotlivých lokalitách, hodnocení vlivu charakteristik jednotlivých lokalit

leden - duben 2014: příprava textové části diplomové práce

Rozsah textové části

cca 40 stran

Klíčová slova

změna početnosti, zimující populace, Mezinárodní sčítání vodních ptáků, labuť velká, lokality zimování, dlouhodobý monitoring

Doporučené zdroje informací

- Delany, S., Reyes, C., Hubert, E., Pihl, S., Rees, E., Haanstra, L. & Van Strien, A. 1999: Results of the International Waterbird Census in the Western Palearctic and Southwest Asia, 1995 and 1996. Wetlands International Publication No. 54 Wageningen, The Netherlands.
- Fouque, C., Guillemain, M. & Schricke, V. 2009. Trends in the numbers of Coot *Fulica atra* and wildfowl *Anatidae* wintering in France, and their relationship with hunting activity at wetland sites. *Wildfowl. Special Issue 2*, 42–59.
- Fox, A.D. 2005. Population dynamics. in Kear: Duck, Geese and Swans, p 132–151 .
- Gilissen, N., Haanstra, L., Delany, S., Boere, G. & Hagemeyer, W. 2002. Numbers and distribution of wintering waterbirds in the Western Palearctic and Southwest Asia in 1987, 1988 and 1999. Results from the International Waterbird Census. Wetlands International Global Series No. 11, Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- Guillemain, M., Fritz, H. & Duncan, P. 2002. The importance of protected areas as nocturnal feeding grounds for dabbling ducks wintering in western France. *Biological Conservation* 103 183–198.
- Jackson, S.F., Evans, K.L. & Gaston, K.J. 2009: Statutory protected areas and avian species richness in Britain. *Biodiversity Conservation* 18, 2143–2151.
- Jackson, S.F., Kershaw, M. & Gaston, K.J. 2004. The buffer effect and the selection of protected areas for waterbirds in Britain. *Biological Conservation* 120. 137–143.
- Lehikoinen, A., Jaatinen K., Vähätalo, A.V., Clausen, P., Crowe, O., Deceuninck, B., Hearn, R., Holt, Ch.H., Hornman, M., Keller, V., Nilsson, L., Langendoen, T., Tománková, I., Wahl, J. & Fox, A.D. 2013. Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global change biology* 19, 2071–2081
- Musil, P., Musilová, Z., Fuchs, R. & Poláková, S. 2011. Long-term changes in numbers and distribution of wintering waterbirds in the Czech Republic (1966–2008). *Bird Study* 58, 450–460.
- Musilová, Z., Musil, P., Poláková, S. & Fuchs, R. 2009. Wintering ducks in the Czech Republic: changes in their population trends and distribution. *Wildfowl. Special Issue 2*, 73–85.
- Wetlands International 2006. Waterbird Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- Wetlands International 2013. Waterbird Population Estimates. Available at: wpe.wetlands.org

Vedoucí práce

Musilová Zuzana, Mgr., Ph.D.

Konzultant práce

Doc. RNDr. Petr Musil, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 9.1.2014

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22.1.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod odborným vedením Mgr. Zuzany Musilové Ph.D. a všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala, jsem uvedla v seznamu literatury.

V Praze dne 22.4.2014

.....

Petra Krafková

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Mgr. Zuzaně Musilové Ph.D. za její věcné i formální připomínky, pečlivost a inspirující smysl pro detail.

Děkuji všem přednášejícím ČZU, kteří mi doposud svými přednáškami napomohli ke komplexnějšímu vnímání krajiny a vztahů v ní.

V neposlední řadě děkuji za podporu rodičům a přátelům.

V Praze dne 22.4.2014

.....
Petra Krafková

Abstrakt

Záměrem této diplomové práce je objasnit problematiku dlouhodobých lokálních změn početnosti zimujících labutí velkých (*Cygnus olor*) na území České republiky. K tomuto záměru jsou využívány údaje o početnosti zimujících labutí velkých na jednotlivých lokalitách. Data, která zde jsou využita, pochází z Mezinárodního sčítání vodních ptáků (*International Waterbird Census*) v České republice v letech 1966-2013, které probíhá v polovině ledna. Hodnocen je vliv charakteristik jednotlivých lokalit na početnost, frekvenci, 1. rok výskytu a trend početnosti labutí velkých. Výsledky ukazují na dlouhodobý nárůst výskytu labutí velkých. Bylo zjištěno, že labutě velké se nejpočetněji vyskytují ve velkých městech a nejčastěji jsou zastíženy na rybnících. Během sledovaného období 1966-2013 se poprvé vyskytovaly ve středních Čechách, dříve na lokalitách chráněných v rámci Ramsarské úmluvy a naopak později ve velkoplošných chráněných územích. Dále byl prokázán vliv klimatických faktorů a vliv výškového stanoviště na obsazenost jednotlivých lokalit. Rostoucí početnosti labutí velkých by tedy mělo být přizpůsobeno i směřování ochranných opatření.

Klíčová slova:

Změna početnosti, zimující populace, Mezinárodní sčítání vodních ptáků, labuť velká, lokality zimování, dlouhodobý monitoring.

Abstract

The aim of this thesis is to clarify the issue of long-term local changes in numbers of wintering Swans (*Cygnus olor*) in the Czech Republic. For this purpose the use of data on numbers of wintering swans large individual sites. The data that are used here comes from the International census of waterbirds (*International Waterbird Census*) in the Czech Republic in the years 1966-2013, which takes place in mid-January. Evaluated the influence of characteristics of the sites on the abundance, frequency of occurrence 1 year and trend of large numbers of swans. The results show that an increase in the incidence of Swans. It was found that the most numerous large swans found in major cities and are most often encountered in ponds. During the period 1966-2013, the first occurred in central Bohemia, formerly on sites protected under the Ramsar Convention, and vice versa later in large protected areas. It was also demonstrated the influence of climatic factors and the influence of elevation habitat availability on various sites. Growing numbers of Swans should therefore be adjusted and trend safeguards.

Keywords:

Change the numbers of wintering populations of waterfowl census International, Swan, wintering sites, long-term monitoring.

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ÚVOD | 10 |
| 2 | CÍLE PRÁCE | 14 |
| 3 | METODIKA | 15 |
| 3.1 | Sběr dat..... | 15 |
| 3.2 | Vyhodnocení dat | 16 |
| 3.2.1 | Analyzovaná data | 16 |
| 3.2.2 | Statistické zpracování dat..... | 17 |
| 4 | LITERÁRNÍ REŠERŠE | 20 |
| 4.1 | Charakteristika druhu | 20 |
| 4.1.1 | Kategorizace..... | 20 |
| 4.1.2 | Popis..... | 21 |
| 4.1.3 | Rozšíření v západní Palearktidě..... | 22 |
| 4.1.4 | Rozšíření v České republice..... | 23 |
| 4.1.5 | Vývoj početnosti v Evropě a v České republice | 25 |
| 4.1.6 | Potrava..... | 25 |
| 4.1.7 | Migrace | 26 |
| 4.1.8 | Zimující populace v České republice | 27 |
| 4.2 | Vliv podmínek prostředí na rozšíření a početnost vodních ptáků..... | 28 |
| 4.2.1 | Klimatické změny | 28 |
| 4.2.1.1 | Vývoj klimatu | 28 |
| 4.2.1.2 | Vliv klimatických změn na distribuci vodních ptáku | 30 |
| 4.2.1.3 | Vliv klimatických změn na početnost vodních ptáků | 32 |
| 4.2.2 | Environmentální změny | 34 |
| 4.2.2.1 | Negativní antropogenní vlivy..... | 34 |
| 4.2.2.2 | Pozitivní antropogenní vlivy | 35 |
| 4.2.3 | Nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka | 36 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | VÝSLEDKY | 38 |
| 5.1 | Výskyt a početnost labutě velké na jednotlivých lokalitách v průběhu let 1966-2013 | 38 |
| 5.2 | Výskyt a početnost labutě velké na jednotlivých lokalitách v průběhu let 1991-2013 | 49 |
| 6 | DISKUSE | 53 |
| 7 | ZÁVĚR..... | 56 |
| 8 | PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY | 57 |
| 9 | Přílohy | 63 |
| 9.1 | Seznam tabulek | 63 |
| 9.2 | Seznam obrázků | 65 |

1 ÚVOD

Člověk si začal všimnout anatomie, etologie a početnosti různých druhů zvířat již v dávnověku. Z počátku se jednalo pouze o jeden z indikátorů, který poukazyval na možnost úspěšnosti lovu a tedy i materiálního a potravinového zajištění sama sebe, popřípadě rodiny. Ochrana přírody, jako nutná disciplína, vstoupila do popředí až mnohem později a to především kvůli trvale udržitelnému rozvoji planety (Musil, 1999a).

Teprve rozvoj vědních oborů biologie a ekologie se stal prioritním odvětvím, které odstartovalo zohledňování distribuce a početnosti různých druhů živočichů. Odhady početnosti byly stanoveny na základě hodnot autekologického a synekologického bádání, které probíhají na určité lokalitě a za určitého časového sledu (Musil, 2008).

V přírodě existují skupiny živočichů, jejichž možnosti pozorování se značně liší. Modelovou skupinou jsou ptáci, kteří patří mezi nejsnadněji zachytitelnou kategorii (Musil, 2005).

Hlavními důvody, proč ptáci patří mezi kategorii dobře zachytitelnou v terénu a proto jsou také považováni za modelové organizmy, jsou (Bejček et al., 1998):

- Sezonně omezená teritoriální aktivita a reprodukce
- Rychlá a snadná determinace v terénu
- Druhově bohatá kategorie, obývající rozmanité lokality
- Relativní „dlouhověčnost“ mnoha druhů
- Relativní „oblíbenost“ tohoto druhu v antropogenním prostředí

Ptáci patří zároveň mezi skupinu živočichů rychle reagující na změny ve svém prostředí, a proto často slouží jako bioindikátory stavu životního prostředí (Bibby et al., 1992; Bejček et al., 1998; Boere et al., 2006).

Z tohoto důvodu jsou považováni za důležité i pro sledování změn v krajině nebo pro sledování změn jiných organismů. Je tedy pochopitelné, že význam a potřeba monitorování ptáků v posledních desetiletích výrazně roste (Šťastný et al., 1987; Boere et al., 2006).

Zvláštní místo zauímají vodní ptáci, jejichž početnost je každoročně sledována při Mezinárodním sčítání vodních ptáků. Důležitost tohoto monitoringu dokládá fakt, že ptáci mokřadních společenstev, slouží, mimo jiné, i jako indikátory významných mokřadů chráněných na základě Ramsarské úmluvy. Z údajů o početnosti jednotlivých druhů byly stanoveny dvě z devíti kritérií používaných pro určování mezinárodně významných mokřadních lokalit (Gilissen et al., 2002).

Mezinárodního sčítání vodních ptáků (*International Waterbird Census – IWC*) v ČR, je nejdéle probíhajícím monitorovacím programem u nás i v Evropě. Na území České republiky probíhá každoročně v polovině ledna. Právě v lednu jsou totiž vodní ptáci, a tedy i labutě velké, soustředěni na početných shromaždištích a přelety podnikají jen minimálně (Gilissen et al., 2002).

Na počátku Mezinárodního sčítání vodních ptáků stála IWRB – International Waterfowl Research Bureau (dnes *Wetlands International*) založená v roce 1947 v rámci The Wildfowl Trust. Sčítání se provádělo jedenkrát měsíčně od října do dubna, později bylo v mezinárodním rozsahu omezeno na listopadový a lednový a následně pouze lednový termín (Hudec, 2010).

V současné době se tato akce koná ve více než sto státech všech pěti kontinentů. Mezinárodní sčítání vodních ptáků je v celosvětovém měřítku nejstarším a nejrozsáhlejším projektem svého druhu (Gilissen et al., 2002).

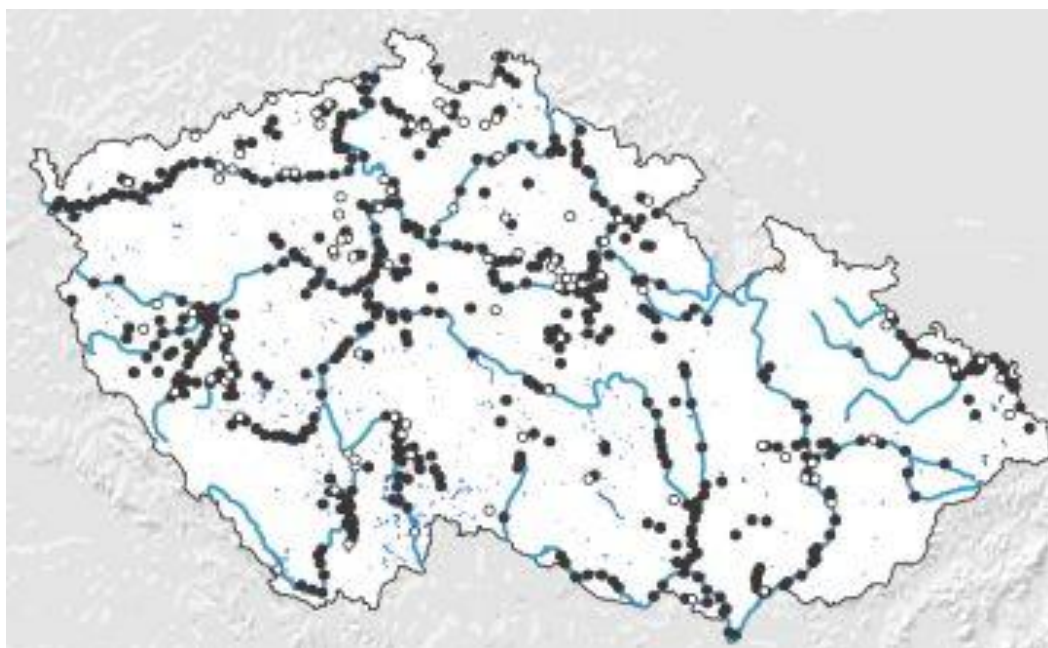
Distribuce a početnost vybraných druhů vodních ptáků u nás i na evropském kontinentu se za posledních 100 let značně změnily (Musil et Musilová, 2010). Česká republika jako vnitrozemský stát není pro většinu vodních ptáků hlavní lokalitou jejich zimovišť (Rose, 1995), přesto se zde nacházejí zimoviště významného charakteru, prioritně na nezamrzajících tocích. Nejpočetnější oblasti zimování vodních ptáků se nacházejí na Moravě, Vltavě, Labi, Dyji. Další zimoviště s větším výskytem můžeme nalézt na Ohři, Berounce, Opavě, Odře

(Musilová et al., 2009a). Středočeské úseky řeky Vltavy a Labe mají pro vybrané druhy vodních ptáků nezanedbatelný význam (Bergmann, 1998).

Hlavním cílem Mezinárodního sčítání vodních ptáků je získávání údajů o početnosti a distribuci vodních ptáků a jejich změn. Data jsou použita pro odhad velikosti populací, pro vytipování mezinárodně významných lokalit, k rozpoznání ptačích druhů s významnými změnami početnosti a následně jsou potom navrhovány postupy vedoucí ke zlepšení stavu či přímo ochraně biologické rozmanitosti (Musil et Musilová, 2006).

V západní Palearktidě a jihozápadní Asii každoročně 11000 dobrovolných spolupracovníků kontroluje přibližně 20 000 vodních a mokřadních lokalit, přičemž je sečteno cca 20 milionů jedinců 200 druhů vodních ptáků. Toto sčítání tak představuje nejstarší a patrně nejrozsáhlejší zoologický monitorovací projekt v celosvětovém měřítku (Musil et Musilová, 2010).

Mezinárodní sčítání vodních ptáků v současné době v ČR koordinuje katedra ekologie Fakulty životního prostředí ČZU v Praze. Při organizaci sčítání spolupracují i pobočky a kluby České společnosti ornitologické, některé základní organizace ČSOP a skautské oddíly (Musil et Musilová, 2010).



Obr. č. 1: Lokality sledované v lednu 2013. Zdroj: <http://www.waterbirdmonitoring.cz>.

Mezinárodní sčítání vodních ptáků na našem území začalo probíhat po dohodě na 1. Evropské konferenci o vodním ptactvu, která se konala v St. Andrews, kde nový předseda IWRB Luc Hoffmann navázal spolupráci se státy východní Evropy (Hudec, 2010). Oficiálně se Česká republika do Mezinárodního sčítání vodních ptáků zapojila v lednu roku 1966. Výsledky se ale zpočátku nezpracovávaly, zůstaly nevyužité. Podrobné zprávy začal sestavovat až ing. Vladimír Fiala. Číselná řada, reprezentovaná daty z každoročního sčítání, je jedinečná jak u nás, tak i v celé Evropě (Hudec et Šťastný, 2005).

Koordinační práce týkající se Mezinárodního sčítání vodních ptáků na našem území zajišťovala postupně tato pracoviště (IWC, 2013):

- Biologická stanice VŠZ v Lednici na Moravě (1965–1970), koordinátor Bohuslav Urbánek
- Ústav pro výzkum obratlovců / ÚSEB v Brně (1971—1989), koordinátoři Vladimír Fiala, Čestmír Folk, Josef Křen, Ivana Kožená, Jitka Pellantová
- ČÚOP / AOPK ČR v Brně (1990–2002), koordinátor Jitka Pellantová
- Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy (2003–2011), koordinátor Zuzana Musilová
- Katedra ekologie, Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze (od roku 2012), koordinátor Zuzana Musilová.

Data a poznatky o rozšíření a početnosti zimujících vodních ptáků získávají stovky dobrovolníků. Tito dobrovolní spolupracovníci jsou potom o výsledcích sčítání informováni. Pravidelné publikování výsledků vede rovněž ke stimulaci sčítatelů a tedy i k vytváření co nejúplnější sítě pokrývající celé území České republiky (Musil et Musilová, 2011).

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je identifikovat geografické a habitatové charakteristiky, které by vysvětlovaly současnou početnost a její dlouhodobé změny labutě velké (*Cygnus olor*) na jednotlivých lokalitách zimování v rámci ČR v letech 1966–2013. Předpokládá se, že v závislosti na klimatických a stanovištních změnách se mění i distribuce významných lokalit zimování vodních ptáků, jejich počet, ale i jejich využívání ptáky. Předpokládá se i preference odlišných lokalit v průběhu sledovaných let.

Početnost sledovaného druhu v dlouhodobém měřítku narůstá, v krátkodobém klesá a v posledních letech je její početnost stabilní. Hodnoceny budou habitatové nároky labutě velké a na základě nich určeny lokality významné pro zimování druhu. Analyzován bude také dlouhodobý vliv ochrany dané lokality a klimatu na lokální změny početnosti.

Na základě údajů z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků v České republice bude v této diplomové práci srovnána distribuce a dlouhodobé lokální změny zimujících labutí velkých na území České republiky v letech 1966–2013 a 1991–2013.

3 METODIKA

3.1 Sběr dat

Pro analýzu dlouhodobých lokálních změn populace labutě velké bylo využito údajů z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků (*IWC*) v České republice z let 1966-2013 včetně.

V letech 1966–2013 byly shromážděny údaje celkem z 1 155 lokalit, přičemž se počet sledovaných lokalit pohyboval v rozpětí 48 až 662. V lednu roku 2013 byli vodní ptáci sčítáni na rekordních 637 lokalitách. Každý rok se uskutečňovala sčítání ve všech regionech České republiky.

Sčítání probíhá v polovině ledna. Provádí se především na stojatých vodách, ale i na vodách tekoucích, které jsou rozděleny do jednotlivých úseků. V případě, že nelze sčítání provést ve stanoveném termínu, lze akceptovat i údaje v cca +/-7 dnů od termínu sčítání.

Pro sčítání je ideální doba od 10:00 do 14:00 hodin, kdy ptáci bývají v největším klidu. Pokud by došlo k situaci, kdy není možné dostat této lhůtě, je nezbytné věnovat větší péči pohybům ptáků a jejich aktivitě. Důležitým činitelem, který ovlivňuje sčítání je viditelnost. Za značně špatné viditelnosti, jako je například hustá mlha, silný déšť či sněžení, je lepší odložit sčítání na další den.

Výsledky každého sčítání se zaznamenávají do formuláře, který obsahuje tyto položky:

- Jméno a adresa sčítatele, případně kontakt
- Název úseku, okres, (kraj), číslo úseku
- Datum a hodina sčítání
- Údaje o počasí, přibližné teplotě, stavu vody, zamrznosti vody, viditelnosti a intenzitě větru
- Metoda sčítání – např. liniová, bodová

- Poznámky o dalších okolnostech sčítání
- Počty exemplářů

Pro detailní popis metodiky sčítání viz. Musilová et al., 2011, www.waterbirdmonitoring.cz.

3.2 Vyhodnocení dat

3.2.1 Analyzovaná data

Data o početnosti labutí velkých byly získány na 384 lokalitách sčítaných v rámci IWC – z dlouhodobého hlediska (1966-2013), tyto lokality byly sledovány minimálně v 10 zimních sezónách. U každé z lokalit byly hodnoceny následující údaje:

- průměrná početnost labutí velkých během sledovaných let
- frekvence výskytu labutí velkých
- první rok výskytu na lokalitě
- trend početnosti

Data o početnosti labutí velkých byly získány na 372 lokalitách sčítaných v rámci IWC - z krátkodobého hlediska (1991-2013), tyto lokality byly sledovány minimálně v 10 zimních sezónách. U každé z lokalit byly hodnoceny následující údaje:

- průměrná početnost labutí velkých během sledovaných let
- frekvence výskytu labutí velkých
- trend početnosti

3.2.2 Statistické zpracování dat

Analýza početnosti byla provedena pomocí softwaru TRIM 3.54 (Pannekoek et Strien, 2005), který umožňuje dopočet chybějících údajů. Trendy byly spočítány pro sledované lokality na území ČR. Vybrány byly pouze ty lokality, které neobsahovaly nulové záznamy.

Ve výsledcích jsou uvedeny aditivní změny početnosti (+/- směrodatná odchylka) a kategorizace trendů dle programu TRIM 3.54, podle které jsou trendy rozděleny do 6 kategorií (Pannekoek et Strien, 2005), které vyplývají ze závislosti intenzity změny početnosti a jejích mezisezónní variability.

SI – vážný vzestup – nárůst signifikantně větší než 5 % ročně (> 5 % za rok)

SD – prudký pokles – pokles signifikantně větší než 5 % ročně (> 5 % za rok)

MI – mírný vzestup – signifikantní nárůst menší než 5 % ročně (< 5 % ročně)

MD – mírný pokles – signifikantní pokles menší než 5 % ročně (< 5 % ročně)

S – stabilní trend – nárůst nebo pokles nejsou signifikantní

U – nejasný trend s velkými hodnotami intervalu spolehlivosti

K vyhodnocení vlivu stanovištních podmínek na výskyt a početnost labutí velkých byly použity následující charakteristiky jednotlivých lokalit:

- průměrná denní lednová teplota
- nadmořská výška
- zeměpisná šířka
- zeměpisná délka
- městské oblasti jako procento z půdního pokryvu

- otevřená krajina jako procento z půdního pokryvu

- voda jako podíl (%) z půdního pokryvu

- Mokřad jako podíl (%) z půdního pokryvu

Tab. č. 1: Seznam vodních, geografických a environmentálních proměnných sledovaných mokřadních lokalit - spojité proměnné. Jsou uvedeny průměrné údaje za použití všech zkoumaných lokalit.

| Kvantitativní | Minimum/maximum | Průměr±směrodatná odchylna |
|---|------------------------|-----------------------------------|
| <i>Rok výskytu 1966 – 2013</i> | <i>1966 – 2012</i> | <i>1986 ± 732</i> |
| <i>Průměrný výskyt 1966 – 2013</i> | <i>0,09 – 192,55</i> | <i>0,44 ± 18,79</i> |
| <i>Frekvence výskytu 1966 – 2013</i> | <i>0,05 – 1,10</i> | <i>9,19 ± 0,31</i> |
| <i>Trendy 1966 – 2013</i> | <i>-0,43 – 0,37</i> | <i>0,01 ± 0,06</i> |
| <i>Rok výskytu 1991 – 2013</i> | <i>1991 – 2012</i> | <i>1998 ± 834</i> |
| <i>Průměrný výskyt 1991 – 2013</i> | <i>0,07 – 236,39</i> | <i>0,50 ± 18,68</i> |
| <i>Frekvence výskytu 1991 – 2013</i> | <i>0,07 – 1</i> | <i>9,48 ± 0,00</i> |
| <i>Trendy 1991 – 2013</i> | <i>-1,13 – 0,67</i> | <i>0,01 ± 0,15</i> |
| <i>Land cover rozmanitost</i> | <i>0,17 – 0,82</i> | <i>0,54 ± 0,12</i> |
| <i>Zeměpisná šířka (°) N</i> | <i>48,63 – 51,01</i> | <i>49,66 ± 2,60</i> |
| <i>Zeměpisná délka (°) E</i> | <i>12,31 – 18,70</i> | <i>15,44 ± 1,80</i> |
| <i>Nadmořská výška (m n m.)</i> | <i>123 – 744</i> | <i>281 ± 110</i> |
| <i>Městské oblasti jako podíl (%) z půdního pokryvu</i> | <i>0,10 – 76,38</i> | <i>15,51 ± 14,26</i> |
| <i>Otevřená krajina jako procento z půdního pokryvu</i> | <i>2,82 – 93,52</i> | <i>60,29 ± 17,59</i> |
| <i>Voda jako podíl (%) z půdního pokryvu</i> | <i>0,00 – 2,29</i> | <i>0,15 ± 0,43</i> |
| <i>Mokřad jako podíl (%) z půdního pokryvu</i> | <i>0,00 – 40,75</i> | <i>2,36 ± 3,81</i> |
| <i>Lednová teplota (průměr)</i> | <i>-3,5 – 0,5</i> | <i>-1,8 ± 0,6</i> |

Tab. č. 2: Seznam geografických a environmentálních proměnných sledovaných mokřadních lokalit - kategoriální proměnné.

| Kategoriální | Kategorie (počty uvedeny v závorkách) |
|-------------------------------------|--|
| <i>Region</i> | <i>Západní Čechy (39), Severní Čechy (46), Střední Čechy (67), Jižní Čechy (53), Východní Čechy (57), Jižní Morava (53), Severní Morava (68)</i> |
| <i>Typ mokřadu</i> | <i>Přehradní nádrže (25), Rybníky (118), Průmyslové vody (25), Tekoucí vody (215)</i> |
| <i>Město, městská oblast</i> | <i>Nic (63), Vesnice (128), Malé město (105), Okresní město (46), Krajské město (33), Praha (8)</i> |
| <i>Zvláště chráněné oblasti</i> | <i>ano (23), ne (360)</i> |
| <i>Velkoplošné chráněné oblasti</i> | <i>ano (41), ne (341)</i> |
| <i>Maloplošné chráněné oblasti</i> | <i>ano (27), ne (355)</i> |

Data byla vyhodnocena pomocí obecného regresního modelu (*GRM*) s využitím procedury Forward variable selection umožňující eliminovat interkorelace charakteristik jednotlivých lokalit v programu STATISTICA 8. Testovaná nulová hypotéza zněla: H_0 : klimatické faktory nemají vliv na početnost zimujícího druhu. Hypotézu H_0 zamítáme, jestliže hodnota testovací statistiky je < 0.05 , tzn. že existuje signifikantní vliv charakteristik lokalit na početnosti zimujících labutí velkých.

4 LITERÁRNÍ REŠERŠE

4.1 Charakteristika druhu

4.1.1 Kategorizace



Obr. č. 2: Labuť velká (*Cygnus olor*). Zdroj: Vlastní foto.

Říše: Živočichové (*Animalia*)

Kmen: Strunatci (*Chordata*)

Podkmen: Obratlovci (*Vertebrata*)

Třída: Ptáci (*Aves*)

Podtřída: Letci (*Neognathae*)

Řád: Kachnovití (*Anatidae*)

Podčeleď: Husy (*Anserinae*)

Rod: Labuť (*Gygnus*)

Žijící druhy a poddruhy:

labuť zpěvná (*Cygnus cygnus*)

labuť trubač (*Cygnus buccinator*)

labuť malá (*Cygnus columbianus*)

labuť Bewickova (*Cygnus bewickii*)

labuť černá (*Cygnus atratus*)

labuť černokrká (*Cygnus melancorypha*)

labuť velká (*Cygnus olor*)

labuť chathamská (*Cygnus sumnerensis*)

4.1.2 Popis

Labuť velká patří mezi naše největší ptáky. Má dlouhé, bíle zbarvené tělo s krátkým ocasem, černýma nohama, obloukovitě zahnutým štíhlým krkem a oranžovým zobákem s hrbolem na kořeni, který je u samce viditelně větší než u samice (Šťastný et al., 1998).

Délka těla: 145 – 160 cm

Rozpětí křídel: cca 235 cm

Hmotnost: 8-12,5 kg

Mláďata v prachovém peří jsou šedobílá, mladí ptáci jsou hnědošedí s černým zobákem bez hrbolu. Labuť létá s pomalými údery křídel a nataženým krkem. Ve střední Evropě si ji můžeme splést snad jen s podobně velkou labutí zpěvnou

(*Cygnus cygnus*), která má černožlutý zobák. V Česku se vyskytují tři druhy labutí: labuť malá, labuť velká a labuť zpěvná (Witt, 1992).

4.1.3 Rozšíření v západní Palearktidě

Palearktická oblast zahrnuje Evropu včetně Islandu a ostrovů ve Středozezemním moři, severní Afriku pravděpodobně až po poušť Sahara v oblasti obratníku Raka (23° 27' s. š.), celou Asii kromě jižní Arábie a indického subkontinentu (Opatrný, 1999).

Labuť velká se vyskytuje v celé západní Palearktidě a je zde také nejpočetnějším druhem labutě. Celkový počet je odhadován mezi 3,3–5,1 miliónů párů. Největší populace labutí velkých jsou v Rusku, Nizozemí, Německu a Polsku (Gilissen et al., 2002).

Labutě velké obývají stojaté, ale i pomalu tekoucí vody na převážném území Evropy a v menší míře i oblasti v rozmezí od východní, severní až po západní Asii. V dnešní době jsou hlášeny i výskyty v Austrálii, Islandu, Faerských ostrovech, jižní Africe, Spojených státech, ale i na Novém Zélandu. Část z populace labutí velkých můžeme označovat za tažné ptáky, kdy dochází k migraci především z Evropy do severní Afriky a střední a jižní Asie (Felix, 2000).

Pravidelné zimování bylo také zaznamenáno na Britských ostrovech, v jižní části Skandinávského poloostrova, v černomořské oblasti, v okolí Azovského moře, na pobřeží Baltského moře, místy na západním a severním pobřeží Kaspického moře a ve střední Asii. Bezprostředním zimovištěm pro labutě velké se stala stanoviště na východním pobřeží Středozezemního moře, v Perském zálivu, na severu Rudého moře, na Kaspickém moři a ve střední Asii (Felix, 2000).

Mapování výskytu v Evropských městech poukazují především na Londýn, kde labuť velká hnízdí na vhodných lokalitách po celém území, včetně centra. Hustota populace vyskytující se v centru Londýna je dokonce vyšší než v okolní krajině, nejspíše díky pravidelnému přikrmování. Naopak je tomu v městech Berlín a Lvov, kde labutě velké hnízdí spíše v okrajových částech města a do centra

postupují jen vzácně. V jižní Evropě tyto vodní ptáci chybí, nalézají se pouze ve Florencii, kde bylo zaregistrováno hnízdění dvou polodivokých, nejspíše tedy vysazených párů (Šťastný et al., 1998).

4.1.4 Rozšíření v České republice

Labuť velká (*Cygnus olor*), dříve vzácný, místy pro ozdobu chovaný pták se rozšířil po celém našem území. Díky těmto změnám se začal zvyšovat i počet zimujících ptáků. V České republice labuť velká zimuje víceméně rovnoměrně po celém území. Od konce 50. let vznikala zimoviště na nezamrzajících úsecích řek (Bejček et al., 1998). Největší zimoviště se nacházejí na Labi (Hradec Králové, Pardubice, Kolín), Vltavě (Praha, České Budějovice), Otavě (Strakonice, Písek), Ohři, Dyji a Odře (Hora, 1994). Od roku 1975 je dobře patrný nárůst počtu zimujících ptáků, který byl narušován silnými zimami. Maxima asi 4000 jedinců dosahovala okolo roku 1985, od té doby počet mírně poklesl (Bejček et al., 1998). Mourková (2008) uvádí počet zimujících labutí velkých v České republice v rozmezí 1500–2300 ex., ale jejich počty jsou v posledních letech vyšší. V letech 2004–2010 bylo zjištěno 1838–3261 ex., kdy dochází k nárůstu počtu zimujících labutí velkých v chladných zimách, pravděpodobně z důvodu přesunu ptáků ze severněji položených zimovišť na naše lokality nebo zamrznutím méně významných lokalit, které nejsou sčítány (Musilová et al., 2010).

V České republice je labuť velká nejhojnějším druhem labutě a je rozšířena po celém území. Hnízdní početnost byla v letech 2001–2003 odhadována na 25 000–50 000 párů (Šťastný et al., 1998).

V České republice se labuť velká ve volné přírodě vyskytovala jen velice ojediněle. Z počátku byla chována jen jako okrasný pták v zámeckých zahradách, parcích a u soukromých chovatelů. K šíření došlo až v druhé polovině 20. století, kdy na několika místech vytvořila nové populace čítající i desítky jedinců. V současnosti se na území České republiky vyskytuje a hnízdí přibližně 500 – 600 párů, které si za základní stanoviště vybrali hlavní město Prahu a nábřeží kolem toku

řeky Vltavy. Početnost labutě velké se v dnešní době mírně zvyšuje (Šťastný et al., 1998).

Od 70. let 20. století se datuje hnízdění volně žijících labutí velkých na území hlavního města Prahy, toto období se také označuje za rychlé rozšiřování a nárůst populace v Čechách. V roce 1976 bylo zaznamenáno první hnízdo s vejci labutí velkých a to díky fotografickému snímku, který pořídil prof. Ing. Jiří Čtyroký DrSc., na rybníku Brůdku v Šeberově. První hnízdění a vyvedení mláďat u polo-divokých labutí bylo však zaznamenáno již v letech 1950–1953 ve Stromovce. Do těchto událostí, byla labuť velká jen mimořádně přezimujícím druhem vodních ptáků na území České republiky (Šťastný et al., 1998).

Následné šíření zachytilo mapování, které probíhalo na celém území Čech. Toto mapování zachytilo vrchol populační expanze labutě velké pozorovaný v 80. letech. V průběhu 90. let dochází sice k mírnému poklesu početnosti populace, který se projevuje i na území Prahy. Například zmizela většina hnízd na Vltavských ostrovech ve středu města a obdobná situace byla i na malých vodních nádržích a tocích (Witt, 1992).

V dnešní době patří labuť velká, hlavně na území hlavního města Prahy, k nejhojnějším druhům přezimujících vodních ptáků. Na březích vodních nádrží, ale i podél vodních toků se nacházejí hnízdiště a to především na velkých a středně velkých rybnících v povodí Rokytky, Botiče a Kunratického potoka – tyto stanoviště tvoří prvořadou skupinu k vyvedení mláďat a labuť velká se zde nevyhýbá ani nádržím uvnitř zástavby. Mimořádně extrémní podmínky představovaly stanoviště, které se nacházely v drobných požárních nádržích pod Jižním Městem a v Hostivaři (Hudec et Šťastný, 1983). Osídlena je i většina vodních ploch na okraji města, při čemž zůstává dominantním stanovištěm povodí Vltavy a to především její střední úsek, kde se souvislé osídlení táhne od ostrova Štvanice po Braník. Mezi Roztoky a Trojským ostrovem, v Libeňském přístavu, v Modřanech a ve Zbraslavi jsou také velice časté hnízdiště. Na Berounce je naopak výskyt spíše výjimkou, na menších vodních tocích byl zaznamenán jediný údaj a to z Botiče (Hudec et Šťastný, 1983).

4.1.5 Vývoj početnosti v Evropě a v České republice

Do 70. let 20. století lze vycházet pouze z orientačních odhadů početnosti, ale přes některé místní zvýšení, většina evropské populace labutě velké klesala důsledkem neúměrného lovu (Cramp et Simmons, 1977).

Mezi roky 1970–1990 byla populace v Evropě uváděna jako stabilní, v následujícím období 1990–2000 početnost labutě velké v severských zemích klesala, ale v klíčových oblastech zůstala nadále stabilní (BirdLife International, 2004).

Stavy labutě velké v České republice v 50.–80. letech 20. století jsou hodnoceny jako vysoké, ale přesnější početní údaje o velikosti populace nejsou (Musil et al., 2008). Během 80. let docházelo k hromadným úhynům vodního ptactva, mezi nejvíce postižené patřili zástupci vrubozobých. Jako jedna z hlavních příčin těchto úhynů je uváděn botulismus (Cepák et Musil, 2004). K největším úhynům došlo na velkých a mělkých rybnících, naproti tomu ušetřeny byly rybníky v pahorkatinách. Podobné úhyny se vyskytly již v 70. letech 20. století na jižní Moravě, tam ale nebyla příčina jednoznačně určena (Hudec et Šťastný, 2005).

Labuť velká bývá při lednovém sčítání nejhojnějším druhem labutě zimujícím na území České republiky a její počet dlouhodobě mírně narůstá na všech typech vod, zároveň se zvyšuje i počet obsazených lokalit (Musilová et al., 2008).

4.1.6 Potrava

Labuť velká se živí zejména vodními rostlinami, občas si jídelníček zpestří také starým pečivem, které jí lidé házejí do vody. Labuť velká je převážně vegetarián. Potravu získává většinou pod vodou, kde spásá vodní a bahenní rostliny nebo z vody vytahuje kořínky rostlin. Příležitostně se labuť vydávají na pevnou zem, kde spásají trávu, rostliny nebo i klásky obilí (Felix, 2000). Výjimečně pozřou i malé rybky, žáby či hmyz. Dospělá labuť spotřebuje za jeden den skoro čtyři kila potravy. V hluboké vodě se labuť postaví téměř kolmo k hladině a jsou schopny dosáhnout

zobákem až 1 metr hluboko. Labutě zůstávají s hlavou pod vodou až 10 vteřin a přitom nepřetržitě mohou žrát (Witt, 1992).

4.1.7 Migrace

Labutě velké se jako zástupci ptáků dokonale přizpůsobily létání, což jim umožňuje jejich stavba těla. Tato schopnost jim dovolila obsadit téměř celou planetu včetně velmi nedostupných míst. Navíc mezi jejich schopnosti patří i dobré orientační a navigační zařízení, díky kterému si pamatují, ale znovu i nalézají lokality, jež dříve použily jako lokality k zimování a vracejí se na tatáž místa (Newton, 2007). V době migrace využívají dvojích fyziologických hodin, a to cirkanuálních a cirkadiálních (Elphick, 2007). Přesuny labutě velké probíhají dvakrát do roka mezi hnízdišti a zimovišti, většinou na jaře a na podzim. Migrace, jak se těmto přesunům říká, jsou hlavním produktivem redistribuce labutí velkých přes celý zemský povrch (Newton, 2007).

V dnešní době již můžeme využívat mnoho studií o migraci, které probíhaly nebo probíhají na našem území a poskytují tak spoustu důležitých dat. Bylo zjištěno, že v posledních desetiletích probíhají výrazné změny v načasování migrace a to z důvodu měnícího se klimatu (Cotton, 2003). Počasí (např.: sucho, chlad, teplo, déšť, déšť se sněhem, rychlost a směr větru a mnoho dalších meteorologických indikátorů) má vliv na migraci. Cirkanuální rytmy pravděpodobně narušeny nejsou, ale chování labutí ano (Elphick, 2007).

V jižní a západní Evropě je labuť velká převážně stálý pták. V Evropě střední, severní a východní se počet tážných ptáků zvyšuje, záleží na zámrazu vody a průběhu zimy (Snow et Perrins, 1998).

Naše populace táhnou do zimovišť na jihozápad - od západu Francie po Srbsko a na jih po Španělsko, Alžírsko a střední Itálii (Šťastný et al., 2006), někdy zalétají zimovat i do Indonésie (Červený et al., 2004).

4.1.8 Zimující populace v České republice

Na našem území labuť velká zimuje rovnoměrně po celém území a to především na nezamrzajících řekách. Zimoviště s nejvyšším počtem distribuce labutí velkých jsou tradičně v městských aglomeracích (Praha, Žatec, Plzeň, Opava, Znojmo apod.). V chladnějších sezonách, které byly zaznamenány v letech 2009, 2010 a 2011, se labuť velké koncentrovaly na poměrně malém počtu lokalit, což vysvětluje přesun ptáků ze severněji položených zimovišť na naše lokality nebo také zamrznutím méně významných lokalit v rámci ČR a jsou zahrnuty do sčítacích lokalit (Musilová et al., 2010).



Obr. č. 3: Zimoviště labutí velkých v Jindřichově Hradci. Zdroj: <http://www.iwccz.wz.cz/>.

Tab. č. 3: Deset lokalit s nejvyššími počty exemplářů. Zdroj: Aythya, 2011.

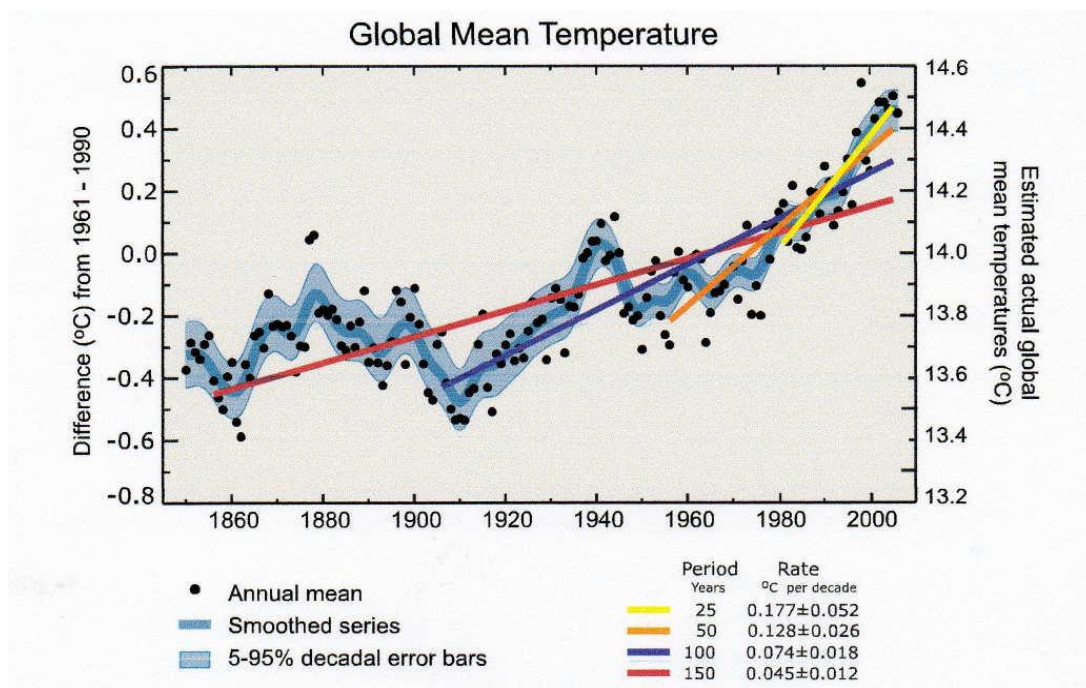
| Pořadí | Číslo lokality | Lokalita | 2010 | 2011 |
|--------|----------------|---|------|------|
| 1 | 34020 | VLTAVA: Podolí - Mánesův most | 254 | 237 |
| 2 | 64072 | DYJE: Znojemská přehrada - jez. Krhovice | 129 | 244 |
| 3 | 31003 | přehrada na Želivce | 21 | 136 |
| 4 | 31014 | VLTAVA: Živohošť, most - Slapy | 0 | 117 |
| 5 | 24022 | OHŘE: Nechranická nádrž - Žatec | 45 | 105 |
| 6 | 64158 | DYJE v NP Podyjí: Hardegg - Liščí skála | 93 | 42 |
| 7 | 54013 | LABE: Smiřice - Hradec Králové | 82 | 44 |
| 8 | 14030 | BEROUNKA: počátek - Bukovec | 80 | 0 |
| 9 | 61005 | vodní dílo Nové Mlýny (horní a prostřední zdrž) | 78 | 12 |
| 10 | 71021 | Stříbrné jezero, Opava | 76 | 61 |

4.2 Vliv podmínek prostředí na rozšíření a početnost vodních ptáků

4.2.1 Klimatické změny

4.2.1.1 Vývoj klimatu

Průměrná roční teplota se v posledních desetiletích zvyšuje stále rychleji než v dřívějším období. Změny klimatu, které jsou nedílnou součástí globálního oteplování, s sebou přinášejí značná rizika pro biotickou složku naší planety. Dlouhodobý projev počasí může být obvykle definován jako klima, které charakterizuje vybranou geografickou lokalitu nebo region. Opakem klimatu je výrazné atmosférické kolísání a označujeme jej jako počasí, které nastává z hodiny na hodinu, den co den. Vyjadřuje se lokální teplotou, tlakem vzduchu, vlhkostí, oblačností srážkami a povětrnostními podmínkami (Stenseth et al., 2003).



Obr. č. 4: Global Mean Temperature. Zdroj: <http://danbraganca.com>.

Ke globálnímu oteplování dochází v posledních desetiletích a s tím jsou úzce spojené změny klimatu. Jako následky můžeme pozorovat jevy, jako jsou tání ledovců, ústup sněhové pokrývky a zvýšení mořské hladiny. Tepelná kapacita oceánských proudů se mění a tím i jejich cirkulace, atmosférická vlhkost, množství a rozložení srážek. Změnami těchto indikátorů je ohrožena biotická i abiotická složka životního prostředí a tedy i samo lidstvo. Teplota ve světě se zvýšila a to v hodnotách $0.74^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ za sto let, mezi regiony se však míra změn liší (IPCC, 2007).

Pro porozumění klimatu byly vytvořeny mody. Nejvýrazněji se za severní polokouli projevuje Severoatlantická oscilace NAO (*North Atlantic Oscillation*), který charakterizuje severojižní cyklické změny tlaku vzduchu mezi subtropickým Atlantikem a Arktidou. Zobrazuje tak rozdílné chování mezi klimatologickým centrem s nízkým tlakem blízko Islandu a vysokotlakým centrem Azorských ostrovů. Ačkoliv je pozorován průběh po celý rok, větší kolísání nastává v průběhu chladnějšího období mezi listopadem a dubnem, kdy je atmosféra nejvíce dynamicky aktivní (Ottersen et al., 2001).

Pravděpodobně nejvíce průkazný vliv NAO na mořské a terestrické ekosystémy je prostřednictvím teploty (Ottersen et al., 2001). Tyto skutečnosti jsou zaznamenávány především v severozápadní Evropě (Beranová et Huth, 2008). Oteplování, které probíhá během zimy a jara, je pravděpodobně spojeno se vzrůstajícími pozitivními hodnotami NAO indexu (Ottersen et al., 2001). Při průběhu pozitivní fáze jsou povrchové tlaky jižně od 55° severní šířky větší, než je běžné a naopak nízký tlak je v Arktické a subarktické oblasti (Hurrell, 1995).

Ekologické účinky NAO se mohou rozdělit do 3 hlavních kategorií:

1. Přímé vlivy NAO jsou mechanismy, které zahrnují bezprostřední ekologické odpovědi k jednomu ze životních parametrů synchronizovaného s NAO.
2. Nepřímé vlivy na NAO jsou netriviální mechanismy, které buď zahrnují několik fyzikálních nebo biologických zprostředkujících kroků mezi NAO ekologickými vlastnostmi nebo žádný přímý vliv na biologii populací.
3. Komplexní vlivy NAO zahrnují jednotlivé ekologické odpovědi, které se mohou vyskytovat během roku i po NAO extrému. (Ottersen et al., 2001).

Díky množství názorů jednotlivých autorů a množství jejich studií je rozlišení vlivu klimatických faktorů na distribuci a početnost jednotlivých druhů jsou velmi obtížné. U vodních ptáků existuje velice těsný vztah mezi celkovou početností, distribucí a místní početností. Přes zimu se vodní ptáci začnou shlukovat do větších skupin, stále však jsou rozptýlené po celém území České republiky (Musil et Musilová, 2006).

4.2.1.2 Vliv klimatických změn na distribuci vodních ptáku

Za využití analýz jednotlivých studií bylo zjištěno, že v posledním období dochází ke změnám v distribuci vodních ptáků, což je způsobeno mnoha faktory, mezi ně patří např. mezidruhová kompetice (Gill et al., 2001). Jelikož byl zaznamenán

posun hranic až v posledních desetiletích, kdy se teprve začínaly projevovat důsledky klimatických změn, dochází vědci k názoru, že posun nejsevernější hranice mnoha vodních druhů ptáků s jižní distribucí, je důsledkem nerovnoměrného posunu (Thomas et Lennon, 1999).

K těmto posunům dochází jak v rámci Britských ostrovů, tak v rámci severozápadní Evropy a dále Německo, Dánsko, Belgie, Nizozemí apod. (Maclean et al., 2008). Vodní ptáci obývají Evropu hlavně v mírnějších zimách, zbytek populace labutí velkých se nachází na východě Evropy, kde se vyskytují výhodnější potravinové podmínky. Počátek snižování distribuce vodních ptáků v severní Evropě a naopak jejich nárůst na jihu byl shodný se stoupající teplotou v zimních měsících (Austin et Rehfish, 2005).

Tento fakt objasňují dvě tvrzení:

- mladí jedinci si mohou vybírat ústí řek během jejich první zimy podle podmínek počasí, které oni zažijí. Zatímco starší ptáci se vracejí do ústí řek, kde přezimovali dříve,
- mladí i staří ptáci mohou reagovat na drsné počasí vyhledáváním mírnějších podmínek (Austin et Rehfish, 2005).

Vodní ptáci jsou citlivější na změny teploty v chladnějších lokalitách, proto se rozdělují zkoumané lokality na lokality podle průměrných ročních teplot. V teplejších lokalitách s klimatickými změnami nebyl zaznamenán rozdíl v distribuci vodních ptáků, jako při stejném poklesu teploty v chladnějších lokalitách (Maclean et al., 2008). Mezi místem kde vodní ptáci přebývali a rokem, kdy proběhlo sčítání, byl nalezen lineární vztah, který ukazuje na shodné řídicí posuny. Lednové změny teplot, interakce změny teploty a průměrná teplota korelovaly s poměrnými změnami ptačí distribuci (Maclean et al., 2008).

Vodní ptáci se vzhledem ke zhoršujícím se klimatickým podmínkám nepřesouvají jen severním a východním směrem, ale i do vyšších nadmořských výšek. Tyto posuny byly zaznamenány po celé Evropě a to třeba v Polsku (Tryjanowski et al., 2005). Změny teplot a přelety vodních ptáků jsou více registrovány na okrajích kontinentu než ve vnitrozemí, na všech místech totiž

nedochází ke zvyšování teploty (Tryjanowski et al., 2002). Je pravděpodobné, že přezimující populace spíše expandují, tedy rozšiřují své zimoviště, než by docházelo k posunům zimovišť. Trend směřující k teplejším, vlhčím a větrnějším zimám bude pokračovat, stejně jako posuny ptáků. I když se v současné době vodní ptáci přizpůsobují měnícím se podmínkám tím, že soustředí svá zimoviště k místům hnízdiště, hrozí jim nedostatečná kapacita jejich potravy, stejně jako vhodnosti habitatu (Rehfishch et al., 2004).

4.2.1.3 Vliv klimatických změn na početnost vodních ptáků

Mezi limitující faktory změn početnosti vodních ptáků se uvádí globální oteplování. Souvislost mezi globálním oteplováním a úbytkem početnosti vodních ptáků začala být věnována pozornost až v devadesátých letech (Norris et al., 2004) což souvisí s opožděnými projevy následku změn klimatu (Crick, 2004). Za hlavní příčinou rychlého snižování početnosti několika druhů vodních ptáků se uvádí klimatické změny. Porovnával se pokles s různými proměnnými jako je lov, migrace, distribuce, velikost těla i lokalita a změny početnosti se podařilo uvedenými faktory vysvětlit z 25 %. Nejvýraznější pokles se projevil u druhů se severní distribucí, protože nejsou schopni se do takové míry přizpůsobovat změnám prostředí (Julliard et al., 2003).

V důsledku lidské aktivity mizí pobřežní lokality a je zapříčiněno i stoupání mořské hladiny. Mokřady jsou nejvýznamnějšími habitaty pro vodní ptáky na našem území, ale i ty jsou ohroženy v důsledku vlivu klimatu a také erozí, což by mohlo mít nedozírné následky (IPCC, 2007).

U populace vodních ptáků, kteří zimují v ústí velkých řek, bylo prokázáno v určitých místech dramatické snížení početnosti. Mizí nízko položené mokřady, které ptákům poskytují zdroje potravy (Burd, 1992).

Prioritním důvodem úbytku vodního ptactva je migrace, tento fakt je dokázán vysokou mortalitou. I přes její výhody v podobě dostatku potravy, je migrace vysoce riskantní. Během cesty musejí vodní ptáci cestovat neznámými oblastmi s nevhodnými habitaty, což může omezit schopnost nalézt potravu a úkryt

před predátory (Newton, 1997). Pokud je také ohrožen ekologický charakter míst, kde nalézají místa k odpočinku a snaží si najít potravu, mortalita narůstá (IWSG, 2003). Úmrtnost způsobená migrací je obtížně měřitelná, je totiž téměř nemožné ji oddělit od mortality, kdy vodní ptáci přebývají na místech během ročního cyklu. Průměrná denní úmrtnost je u mnoha ptačích druhů větší během migrace než v období, kdy zůstávají jedinci na lokalitě a u rezidentních skupin. Během migrace zahynou stovky až tisíce ptáků od malých střízlíků obecných až po labutě velké. Hlavním nepřítelem v podobě výkyvů počasí se ptákům do cesty při migraci může postavit mlha, déšť nebo sněhové bouře (Bergmann, 1998).

Dalším limitujícím faktorem jsou klimatické extrémy, které se vyskytují jak na jaře, tak v pozdním létě a byly zaznamenány přibližně ve frekvenci 2 – 10 za století (Newton, 1997). V tomto případě není přežití ptáků závislé jen na počasí, ale i na váze ptáků tj. na obsahu tuku potřebného pro odlet. Pro ontogenezi jedince je třeba využití vysokých energetických zásob, z toho důvodu a vzhledem ke změně teploty, rychlosti větru a slunečního záření se nároky na tukové zásoby liší (Norris et al., 2004).

Důležitý je i věk jedince, dominance ve skupině a stupeň kompetice v populaci, např. mladí jedinci jsou méně zkušenější a proto i více zranitelní (Norris et al., 1998). Po extrémních výkyvech a současném stavu životního prostředí je pro vodní ptáky velice obtížné dosáhnout přemigrační početnosti po tak extrémních výkyvech (Crick, 2004).

Jak mohou klimatické změny ovlivnit demografii a početnost vodních ptáků, je založeno na poznání procesů, jak může být kořist ovlivněna klimatickými změnami, jak ptáci odpovídají na tyto změny a zejména, kvůli jejich disperznímu modelu a také tomu, jak změny modelu rozptylu mohou ovlivňovat demografii a početnost (Norris et al., 2004).

Jak budou nadále klimatické změny ovlivňovat početnost ptáků v budoucnu je těžko předvídatelné, proto je třeba vytvořit nové hypotézy nebo jednodušeji předpovídat populační poklesy než populační přírůstky. Prioritním důvodem pro zajištění stability současné početnosti je zjistit, které faktory vytvářejí nevhodné podmínky. Na rozdíl od vhodných, které je těžko předvídat (Sutherland, 2004).

4.2.2 Environmentální změny

4.2.2.1 Negativní antropogenní vlivy

Populační dynamika vodních ptáků se mění po celém světě a postupně se snižuje početnost vybraných druhů. V Evropě je této problematice věnována velká pozornost, např. ve Velké Británii se snížily počty vodních ptáků žijících na pobřeží (Rehfish et al., 2003). V České republice dochází k významnému úbytku populací vodních ptáků (Musil, 1999b). Příčiny poklesu populací se liší, jejich příčinou mohou být klimatické změny ale i antropogenní faktory nebo společenské působení (Piersma et Lindström, 2004).

Nadále probíhá úbytek a narušování mokřadů, které se přetváří na ornou půdu nebo se využívají pro stavební průmysl nebo jiné ekonomické účely. Tento habitat je však pro vodní ptáky nesmírně důležitý a proto má jeho přetváření na jinak využitelný prostor dalekosáhlé následky. Snižuje se tak šance vhodné prostředí pro hnízdění, migrační shromažďování a úkryt v zimním období (Zalakevicius et al., 2004).

Jako dalším negativním ukazatelem, který se podepsal na početnosti populací vodních ptáků je pastva. Během výzkumů, které probíhaly v Evropě, byla hnízdní hustota vodních ptáků nejmenší na půdě, která je intenzivně využívána domácími zvířaty. Naopak na lokalitách, kde pastva na půdách neprobíhala, byla hnízdní hustota mnohem vyšší (Norris et al., 1998).

Dalším faktorem pro výskyt a početnosti populace se stává zlepšování kvality vody, což je jeden z následků snížení celkové biomasy v ústí řek, které tvoří potravu vodních ptáků. Toto omezení potravinových zásob má tedy za následek i snížení populací ptáků (Rehfish et al., 2003). Tyto výsledky jsou však odlišné od situace v rybnících našich vod, které představují nejrozšířenější typ mokřadů. V důsledku přemnožení kapra obecného (*Cyprinus caprio*), dochází k vyžírání bentosu a planktonu a následnému přemnožení se fytoplanktonu, v důsledku čehož se snižuje průhlednost vod a tak je ovlivněna dostupnost potravy (Musil, 2006).

Nelze opomenout ani vliv chemikálií (např. *DDE* – *dichlordifenylchloroethylen*), které vznikají následným zpracováním *DDT* (*dichlorodifenyltrichloroetan*) mikroorganismy. Látka DDE způsobuje velké škody na početnosti populací vodních ptáků. Způsobí totiž jedincům velké zdravotní problémy od zánětu vnitřních orgánů až po jejich destrukci a následnou smrt (Hario et al., 2003).

4.2.2.2 Pozitivní antropogenní vlivy

Údaje o početnosti a distribuci jsou totiž jedním z hlavních indikátorů významné mezinárodní smlouvy: „Úmluva o mokřadech mající mezinárodní význam, zejména jako biotopy vodního ptactva“, lépe známá jako Ramsarská smlouva (Musilová et al., 2009b).

Ramsarská úmluva (*The Ramsar Convention on Wetlands*) je úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva byla uzavřena 2. února roku 1971 ve městě Ramsar v Íránu, v platnost vstoupila v prosinci 1975 (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2013).

Cílem Ramsarské úmluvy je "zachování a rozumné využívání všech mokřadů prostřednictvím místních a národních akcí a mezinárodní spolupráce, jako příspěvek k dosažení udržitelného rozvoje na celém světě" (Ramsar, 2013).

Podle této úmluvy se mokřadem rozumí: „území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozeně i uměle vytvořená, trvalá či dočasná, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje šest metrů“ (Ramsar, 2013).

Úmluva zavazuje každý členský stát zařadit na své území alespoň jeden z mokřadů na Seznam mokřadů mezinárodního významu (*List of Wetlands of International Importance*) a zajistit jeho dostatečnou ochranu. Seznam obsahuje ke dni 31. 3. 2013 celkem 2 176 mokřadů o celkové rozloze přibližně 205,13 mil. ha. Nejvíce mokřadů (169) je ve Spojeném království, stát s největší plochou mokřadů je Kanada (Ramsar, 2013).

Do seznamu jsou zařazovány mokřady na základě splnění alespoň jednoho z devíti kritérií. Dvě z těchto kritérií se přímo týkají vodního ptactva, vycházejí totiž z údajů o jeho početnosti. Jedná se o kritérium 5, na jehož základě je za mezinárodně významnou mokřadní lokalitu považována lokalita, kterou pravidelně využívá 20 000 nebo více jedinců vodních ptáků. V kritériu 6 se hovoří o významné lokalitě, pokud ji pravidelně využívá 1% a více populace jednoho ptačího druhu (Musil et al., 2001).

K Ramsarské úmluvě postupně přistoupilo 165 států (údaj ke dni 31. 3. 2013), Česká republika je smluvní stranou od roku 1990, kdy přistoupila ještě jako federativní republika (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2013).

Česká republika má na seznamu zapsáno celkem 14 mokřadů. Za naplňování Ramsarské úmluvy v České republice odpovídá Ministerstvo životního prostředí ČR (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2013).

4.2.3 Nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka

Výškové rozšíření a rozšíření ovlivněné zeměpisnou délkou a šířkou vodních ptáků v širším rámci zatím není objektem podrobnějšího výzkumu na našem území ani v Evropě. Na území střední Evropy jsou na tom podobně jako u nás a hlavním zdrojem informací jsou atlasy rozšíření a souhrné monografie. Jen ojediněle jsou publikovány práce, které se týkají výhradně výškového rozložení ptáků a to především podle jednotlivých druhů (Löhr, 1963).

V publikacích o výskytu a rozšíření vodních ptáků na území České republiky je závislost rozšíření na hypsometrickém gradientu většinou vyjádřena maximální nadmořskou výškou, v níž byl daný druh ještě zaznamenán (Flousek et Gramsz, 1999). Jednotlivé rozdíly ve výškovém rozšíření některých druhů vodních ptáků jsou rozdělené pod regiony, je však důležité shromáždit všechna tyto data a zhodnotit, do jaké míry jsou tyto rozdíly skutečné a jaké jsou jejich možné příčiny. Průzkum výškového rozšíření a sledování jeho změn, jsou navíc zajímavé i z hlediska klimatických změn. Výškové hranice rozšíření mohou totiž podléhat poměrně rychlému posunu patrným již po desetiletých intervalech (Löhr, 1963).

Při porovnání ptačích druhů ve dvou extrémně odlišných typech prostředí – vodním a suchozemským – ve vztahu k nadmořské výšce, je zřejmé, že 77 % druhů vodních ptáků se vyskytuje pouze v níže položených oblastech ČR do izohypsy 800 m n. m. Při bližším průzkumu rozšíření vodních ptáků se ukázaly významné dvě izohypsy – 500 a 800 m n. m., které jsou určeny reálnými podmínkami vodních prostředí (Cepák et Musil, 2004).

U stojatých vod, se nalézá v hranici do 500 m n. m. převážná většina vodních ploch v plošším krajinném reliéfu. V České republice se jedná zejména o rozsáhlé rybníčné soustavy s malými zbytky mokřadů v inundačních zónách na jižní Moravu (do 250 m n. m.) a v jižních Čechách (do 450 m n. m.). Izohypsa 800 m n. m. představuje horní hranici zbývajících menších rybníčných oblastí, zejména na Českomoravské vrchovině (710 m n. m.) pod jejíž úrovní leží údolní nádrž Lipno (730 m n. m.). I přes tyto rozdíly druhové složení vodního ptactva je v obou oblastech prakticky totožné (Rehfish et Austin, 2006).

Nad hranici 800 m n. m. se vyskytují jen malé plochy nebo specifická prostředí stojatých vod. Jedná se převážně o krkonošská, krušnohorská a šumavská rašeliniště s rašelinnými jezírky. V těchto nadmořských výškách se vyskytuje již jen malý počet druhů vodních ptáků. Vesměs se jedná o ekologicky nenáročné druhy, vyskytující se pouze nahodile. Nejvyšší polohy se zaznamenáním výskytu těchto vodních ptáků jsou v Krkonoších, kde se podobná prostředí vyskytují nad horní hranicí lesa (Pančavská a Labská louka, Upské rašeliniště – až 1430 m n. m.) (Tryjanowski et Sparks, 2008).

Naprostou jinou situaci je u druhů, které jsou vázány na vodní toky. Vodní ptáci, kteří se vyskytují v břehových nádržích nebo na náplavech jsou omezeni buď úplně nejvyšší početností a pravidelností výskytu na nižší polohy. Oproti tomu ptáci bystřin jsou schopni osidlovat i ty nejvyšší polohy. V nižších plochách pak jen rozsahem omezené biotopy např. skalnaté strže, zúžené umělé kanály s přepady a jinými vhodnými technickými konstrukcemi, členité přirozené břehy apod (Thomas et al., 2006).

5 VÝSLEDKY

5.1 Výskyt a početnost labutě velké na jednotlivých lokalitách v průběhu let 1966-2013

Pomocí dat získaných z IWC (rok 1. výskytu, frekvence výskytu, průměrná početnost) a dat vypočítaných pomocí programu Trim 3.54 (trend početnosti), byla za pomoci koleráčnických matic sestavena tabulka (tab. č. 4), která slouží k přehledu jednotlivých vztahů mezi těmito ukazateli z dlouhodobého hlediska, tedy od roku 1966 do roku 2013.

Tab. č. 4: Vztah mezi rokem prvního výskytu, frekvencí výskytu, průměrnou početností a populačním trendem labutě velké na jednotlivých lokalitách v letech 1966-2013. V horní polovině tabulky jsou uvedeny hodnoty lineárních korelačních koeficientů, v dolní polovině pak hladiny významnosti ($n=321$).

| | Rok 1. výskytu | Frekvence výskytu | Průměrná početnost | Trend početnosti |
|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Rok 1. výskytu | | -0.299 <0.001 | -0.169 0.002 | 0.194 <0.001 |
| Frekvence výskytu | -0.299 <0.001 | | 0.536 <0.001 | -0.122 0.028 |
| Průměrná početnost | -0.169 0.002 | 0.536 <0.001 | | -0.069 0.221 |
| Trend početnosti | 0.194 <0.001 | -0.122 0.028 | -0.069 0.221 | |

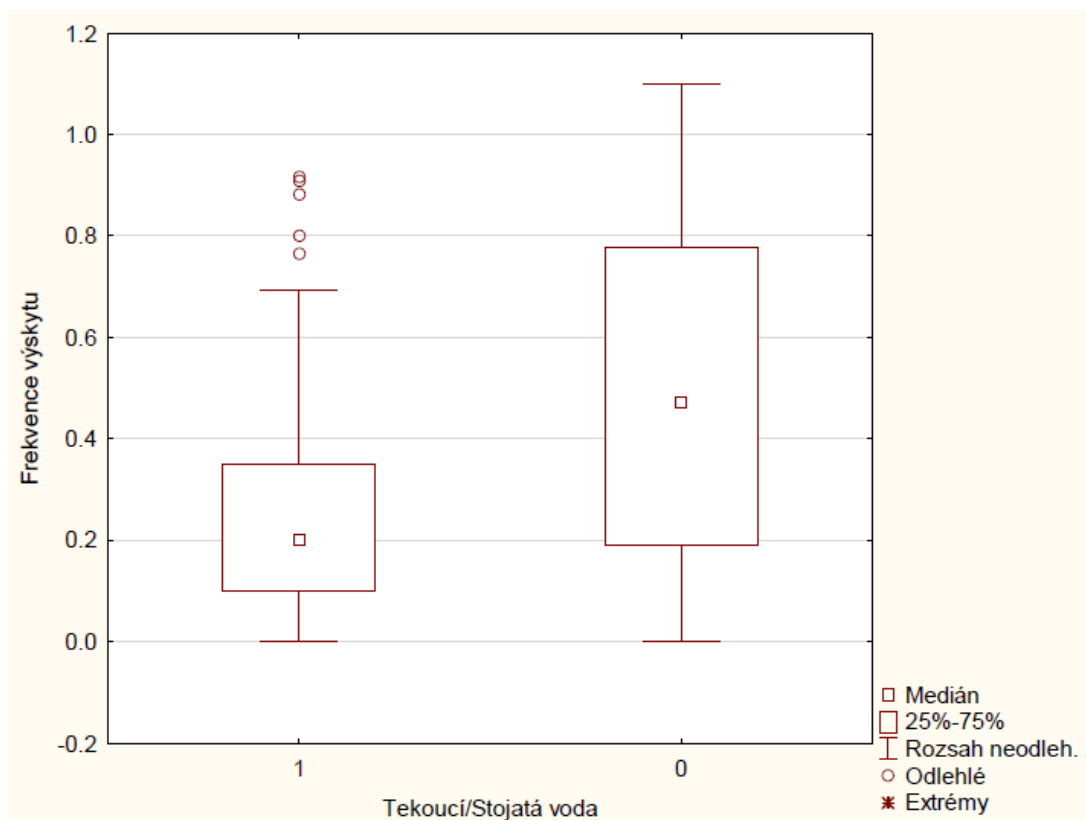
Nejprve byly hodnoceny korelace mezi závislými proměnnými na jednotlivých mokřadních lokalitách. Početnost labutě velké pozitivně korelovala s frekvencí výskytu. Na lokalitách s vyšší průměrnou početností byla zjištěna vyšší frekvence výskytu labutí velkých. Další pozitivní korelace byla zaznamenána mezi trendem početnosti a 1. rokem výskytu labutě velké. Na lokalitách s vyšším trendem početnosti byly zjištěny pozdější 1. výskytu labutí velkých. Naopak negativně korelovala frekvence výskytu s 1. rokem výskytu. S rostoucí frekvencí výskytu byl

zaznamenán dřívější 1. rok výskytu labutě velké. Mezi negativní korelace se řadí i průměrná početnost s 1. rokem výskytu. Tedy na lokalitách s vyšší průměrnou početností byl stanoven dřívější 1. rok výskytu labutě velké. Další negativní korelace byla zaznamenána mezi frekvencí výskytu a trendem početnosti. Nižší frekvence početnosti byla zaznamenána na lokalitách s vyššími trendy početnosti labutě velké (tab. č. 4).

Tab. č. 5: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké v období 1966–2013.

| Charakteristika | d.f. | | Chi-kvadrát | P |
|-----------------|----------|----------------|---------------|------------------|
| Intercept | 1 | -86.690 | | |
| <i>Typ vody</i> | <i>1</i> | <i>-52.746</i> | <i>67.888</i> | <i><0.001</i> |

Pomocí zobecněného lineárního modelu byl analyzován vliv charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv typu vody (tab. č. 5). Nejfrekventovaněji byly labutě zastoupeny na stojatých vodách, méně frekventovány byly naopak na lokalitách s tekoucí vodou (obr. č. 5).

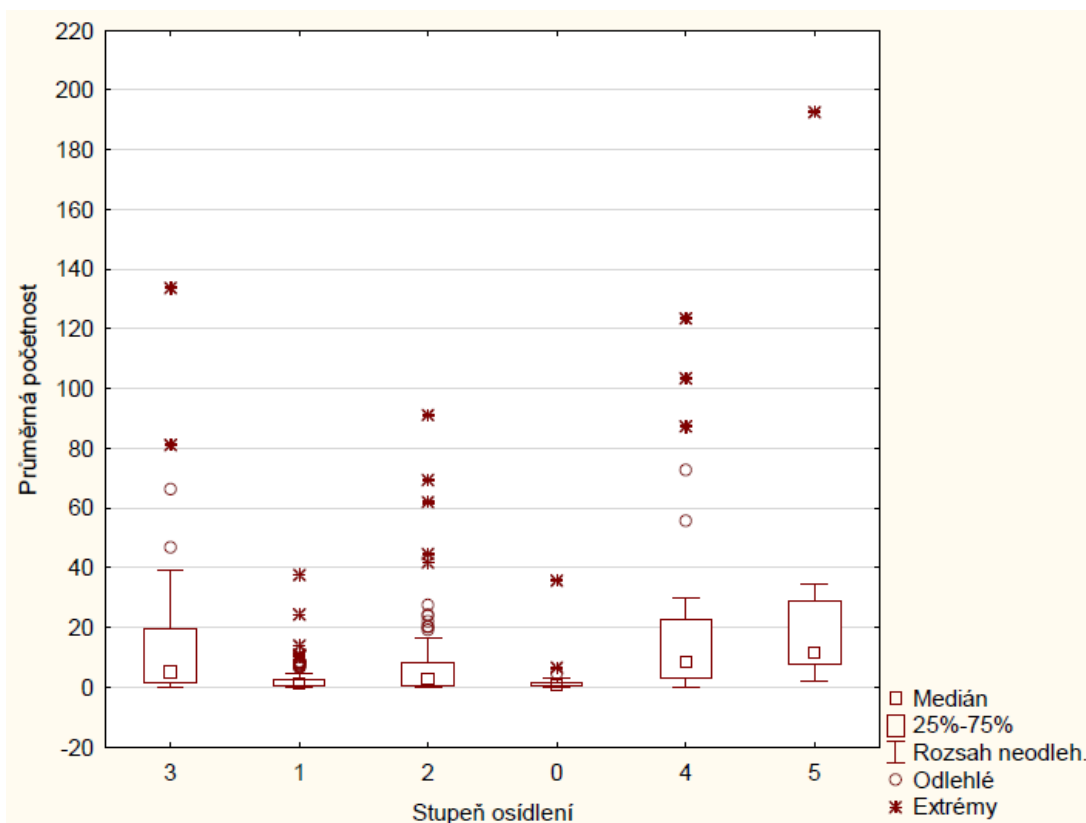


Obr. č. 5: Vztah mezi frekvencí výskytu labutě velké a typem vod v období 1966-2013, (popis: 1 – tekoucí vody, 0 – stojaté vody).

Tab. č. 6: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké v období 1966–2013.

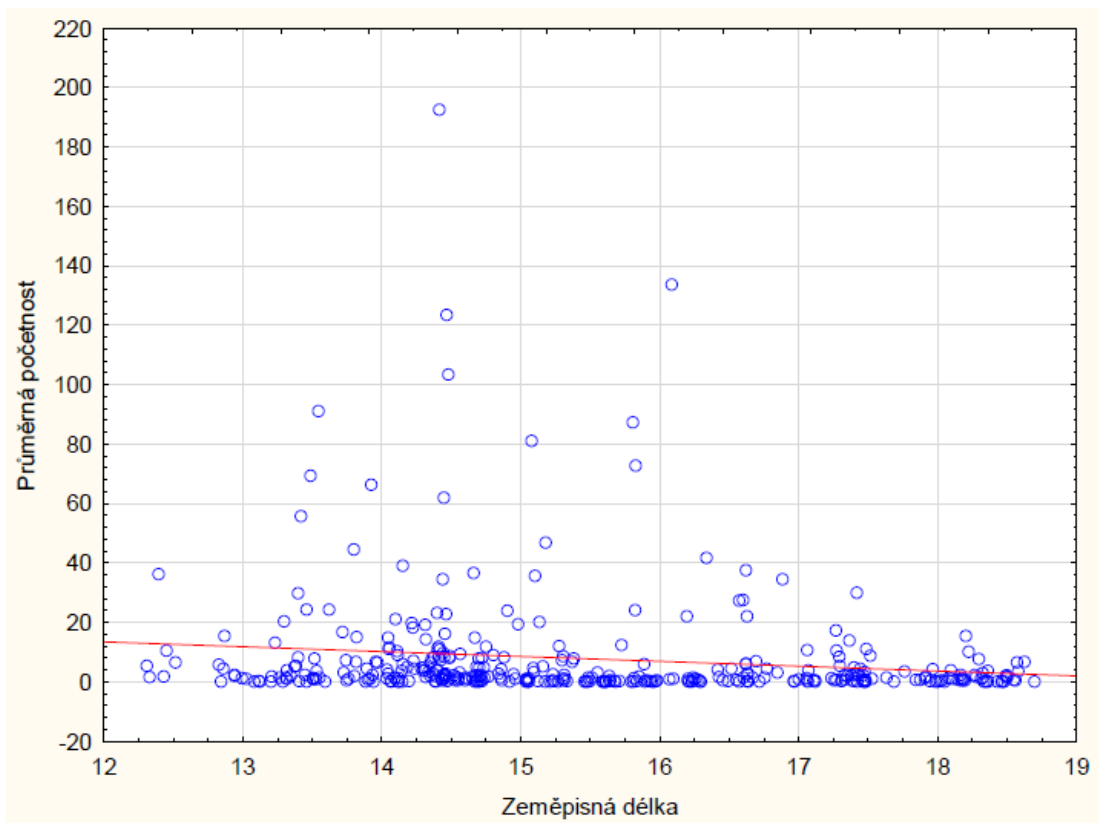
| Charakteristika | d.f. | | Chi-kvadrát | P |
|------------------------|----------|------------------|---------------|------------------|
| Intercept | 1 | -1662.910 | | |
| <i>Stupeň osídlení</i> | <i>5</i> | <i>-1631.050</i> | <i>63.729</i> | <i><0.001</i> |
| Nadmořská výška | 1 | -1630.730 | 0.642 | 0.4223 |
| <i>Zeměpisná délka</i> | <i>1</i> | <i>-1627.810</i> | <i>5.839</i> | <i>0.016</i> |
| Diverzita prostředí | 1 | -1626.390 | 2.841 | 0.092 |
| <i>Zeměpisná šířka</i> | <i>1</i> | <i>-1621.760</i> | <i>9.259</i> | <i>0.002</i> |

Pomocí zobecněného lineárního modelu byl analyzován vliv charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv stupně osídlení, zeměpisné šířky a zeměpisné délky (tab. č. 6). Nejpočetněji byly labutě zastoupeny v hlavním městě a krajských městech, nejméně početné byly naopak na lokalitách bez osídlení (obr. č. 6).



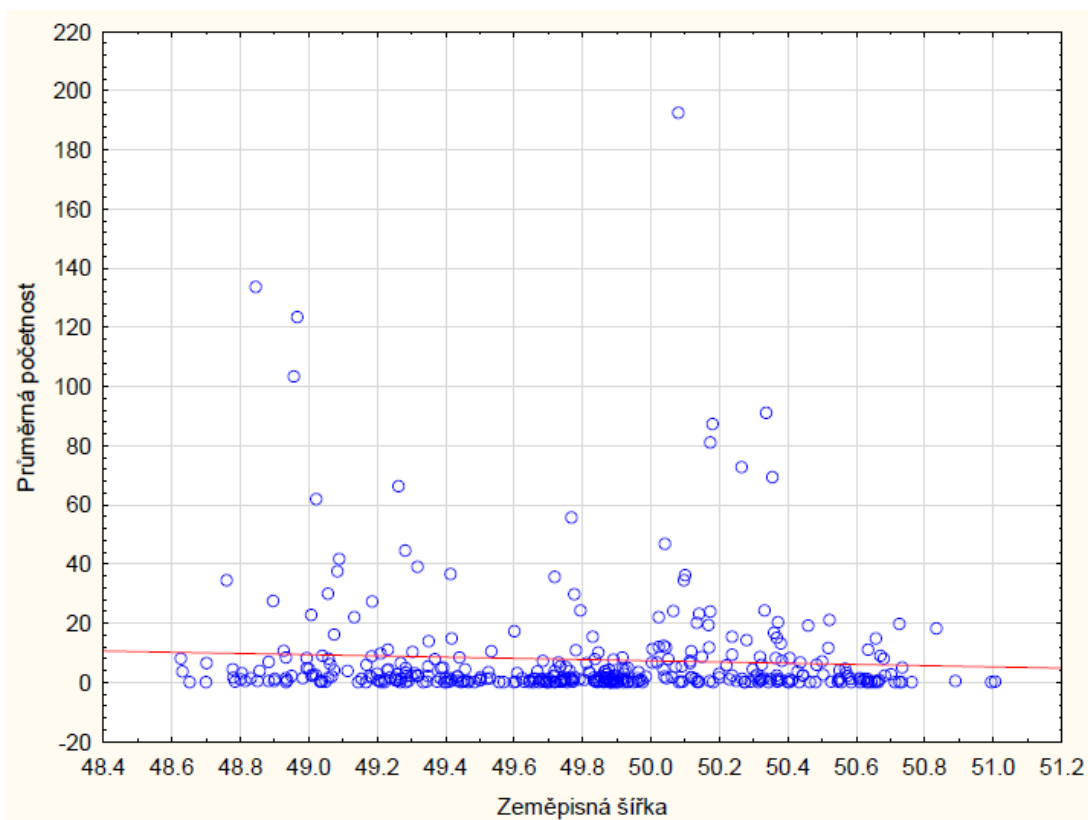
Obr. č. 6: Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a stupněm osídlení v období 1966-2013, (popis: 0 – prostor bez osídlení, 1 – vesnice, 2 – malé město, 3 – okresní město, 4- krajské město, 5 – Praha).

Dále bylo prokázáno, že průměrná početnost labutě velké klesá v závislosti na stoupající zeměpisné délce (obr. č. 7). Nejpočetněji byly labutě velké zastoupeny na lokalitách mezi 13 a 16 stupněm zeměpisné délky, naopak méně početné byly na lokalitách nad 16 stupňů. Na lokalitách, které byly více na východ, byla zjištěna nižší průměrná početnost.



Obr. č. 7: Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a zeměpisnou délkou lokality v období 1966-2013.

Dále bylo prokázáno, že průměrná početnost klesá v závislosti na stoupající zeměpisné šířce (obr. č. 8). Labutě velké byly ovšem téměř rovnoměrně rozšířeny v rozmezí od 48,4 do 50,8 stupňů s jednotlivými extrémy

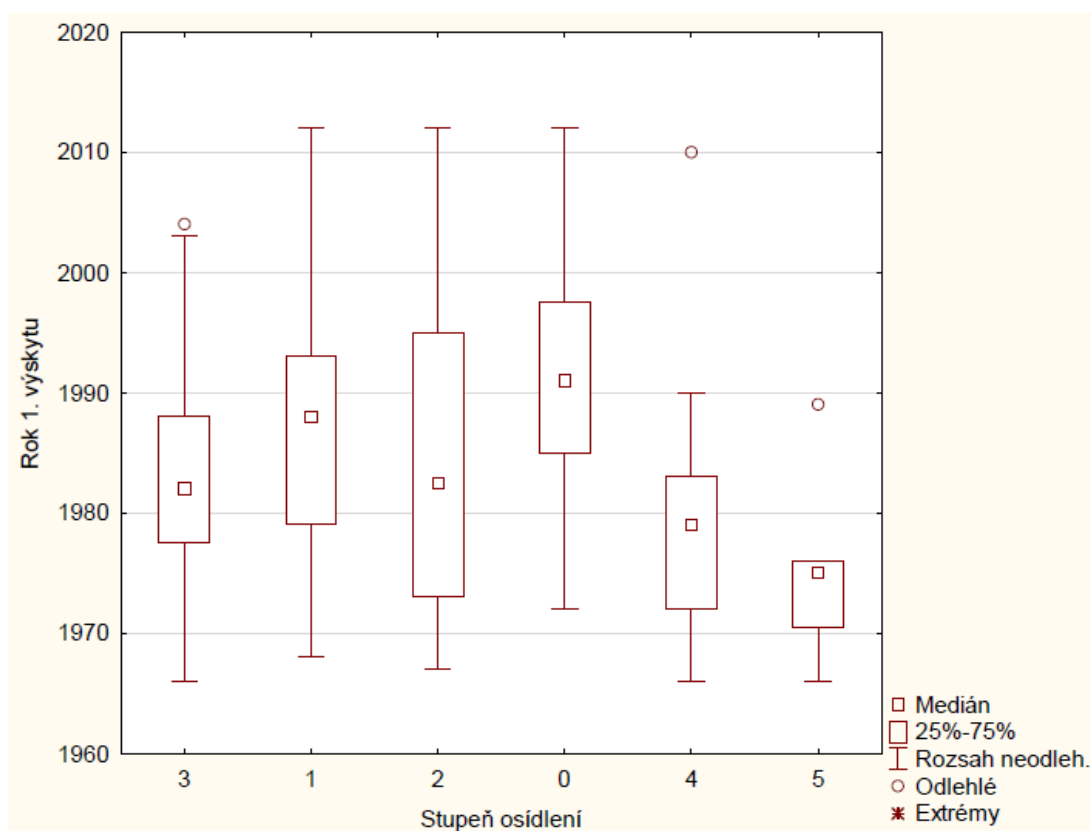


Obr. č. 8: Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a zeměpisnou šířkou lokality v období 1966-2013.

Tab. č. 7: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na rok 1. výskytu labutě velké v období 1966–2013.

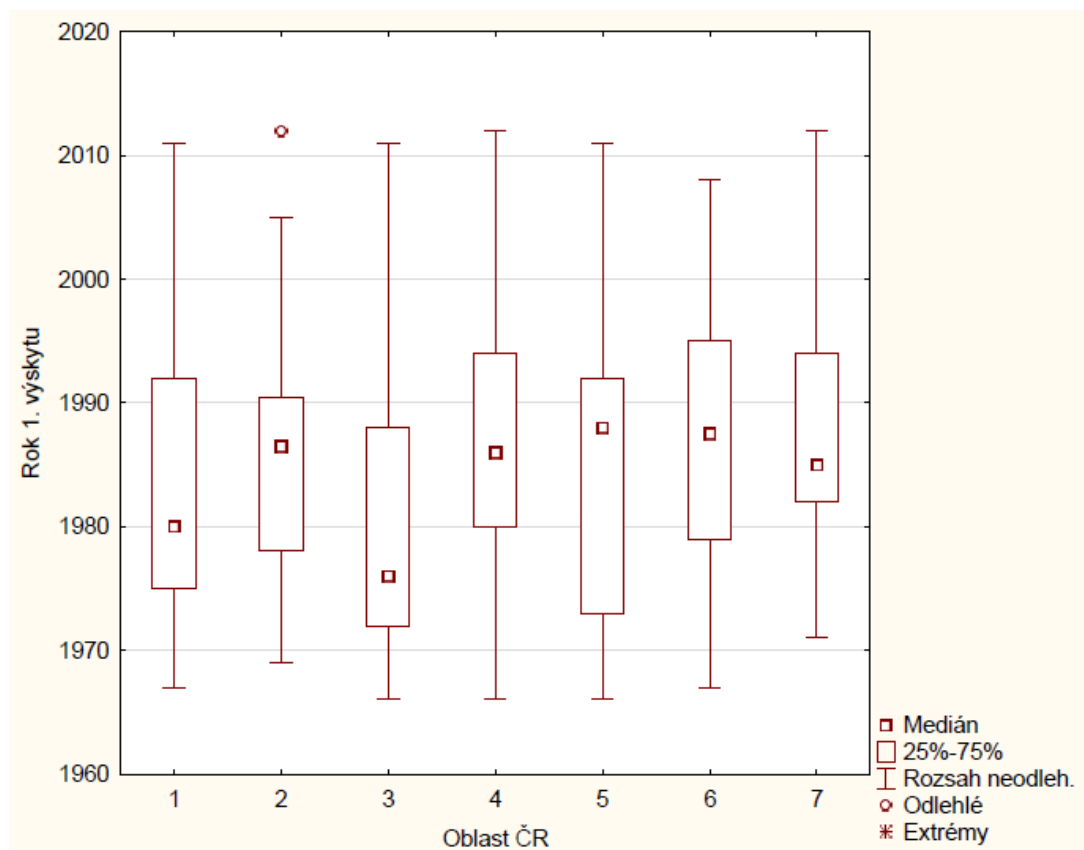
| Charakteristika | d.f. | | Chi-kvadrát | P |
|-----------------------------------|------|------------------|---------------|------------------|
| Intercept | 1 | -1237.500 | | |
| <i>Stupeň osídlení</i> | 5 | <i>-1218.630</i> | <i>37.734</i> | <i><0.001</i> |
| <i>Oblast ČR</i> | 6 | <i>-1212.330</i> | <i>12.618</i> | <i>0.050</i> |
| <i>Zeměpisná šířka</i> | 1 | <i>-1209.370</i> | <i>5.903</i> | <i>0.015</i> |
| <i>Ramsarská úmluva</i> | 1 | <i>-1207.130</i> | <i>4.485</i> | <i>0.034</i> |
| <i>Velkoplošné chráněné území</i> | 1 | <i>-1203.070</i> | <i>8.130</i> | <i>0.004</i> |
| Nadmořská výška | 1 | -1202.640 | 0.850 | 0.357 |
| Maloplošné chráněné území | 1 | -1202.230 | 0.830 | 0.362 |

Pomocí zobecněného lineárního modelu byl analyzován vliv charakteristik jednotlivých lokalit na 1. rok výskytu labutě velké. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv stupně osídlení, oblasti ČR, zeměpisné šířky, ochrany v rámci Ramsaru a velkoplošných chráněných území (tab. č. 7). Nejdříve byly labutě velké zaznamenány v hlavním městě a krajských městech, nejpozději na lokalitách bez osídlení (obr. č. 9).



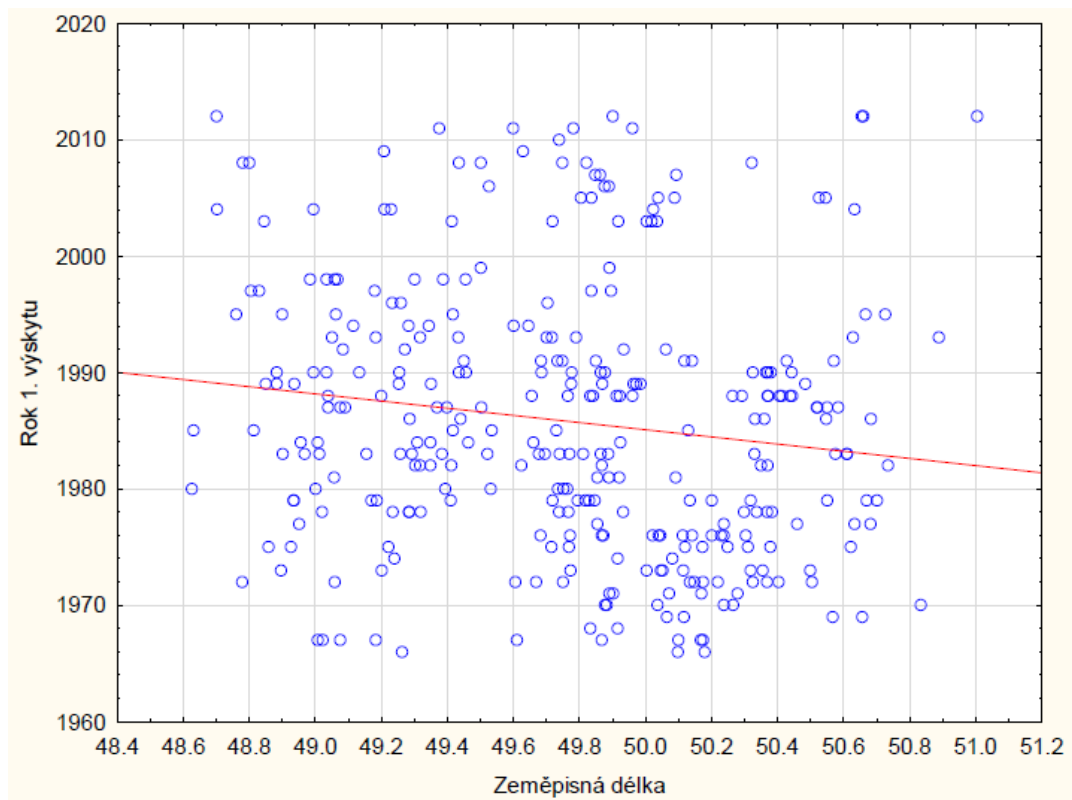
Obr. č. 9: Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a stupněm osídlení měst v období 1966-2013, (popis: 0 – prostor bez osídlení, 1 – vesnice, 2 – malé město, 3 – okresní město, 4- krajské město, 5 – Praha).

Nejdříve byly labuť velké zjištěny ve středních a západních Čechách, nejpozději ve východních Čechách (obr. č. 10).



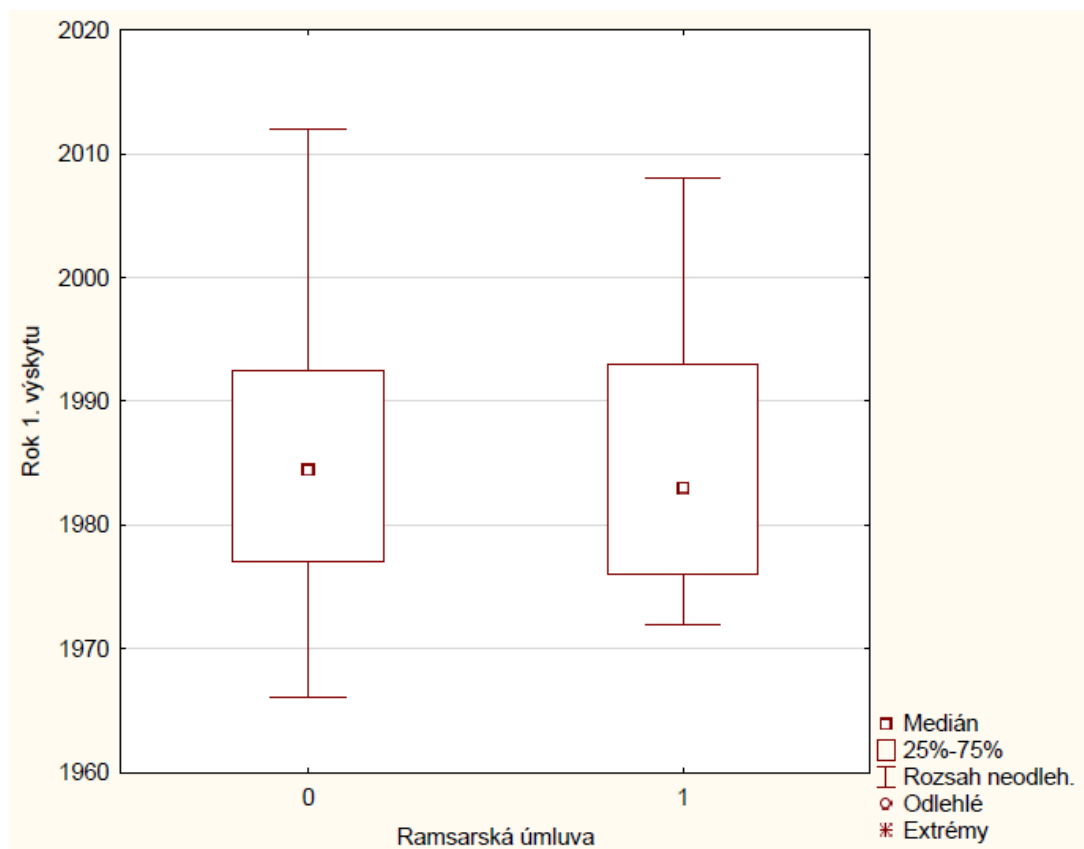
Obr. č. 10: Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a oblastí ČR v období 1966-2013, (Popis: 1 – západní Čechy, 2 – severní Čechy, 3 – střední Čechy, 4 – jižní Čechy, 5 – Východní Čechy, 6 – jižní Morava, 7 – severní Morava).

Labuť velké byly téměř rovnoměrně rozšířeny v rozmezí od 48,4 do 50,8 stupňů. Dále bylo prokázáno, že průměrná početnost klesá v závislosti na stoupající zeměpisné šířce. Labuť velké byly dříve zaznamenány v severněji položených lokalitách (obr. č. 11).



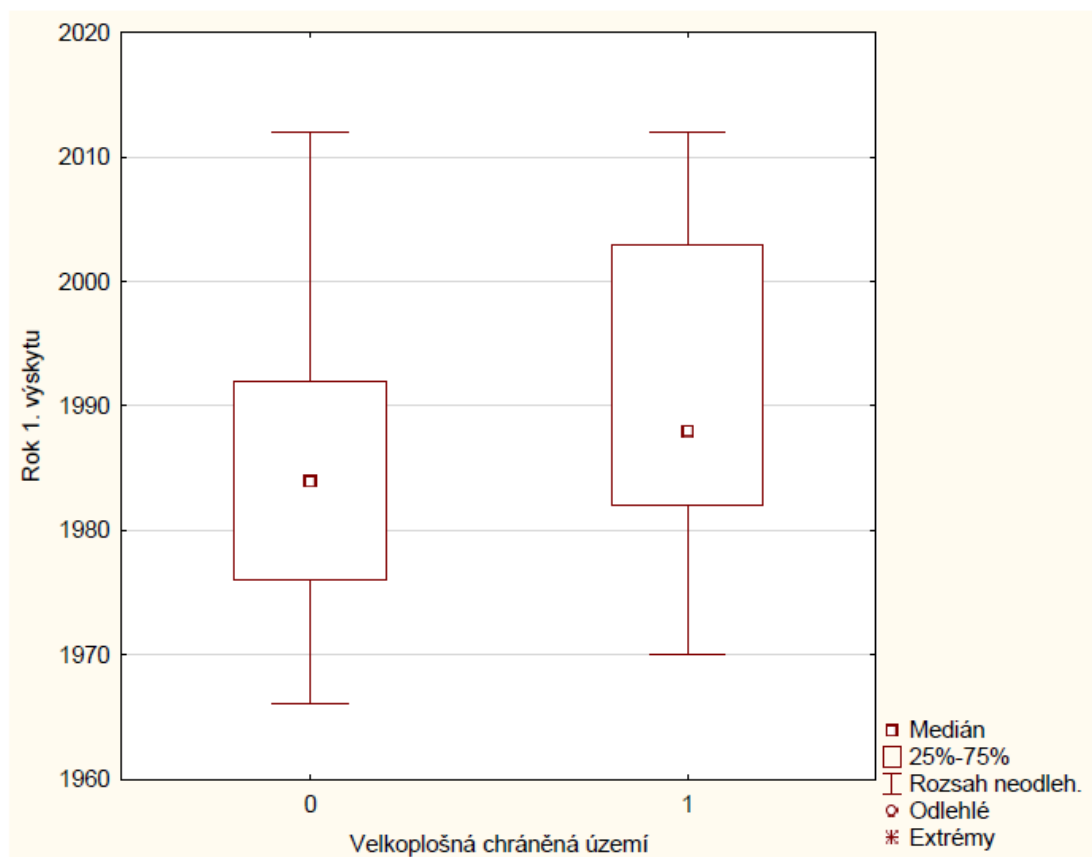
Obr. č. 11: Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a zeměpisnou délkou lokality v období 1966-2013.

Labutě velké byly zaznamenány dříve na lokalitách, které spadají do území chráněných Ramsarskou úmluvou, naopak později byly zaznamenány na lokalitách, které nespádají pod Ramsarskou úmluvu (obr. č. 12).



Obr. č. 12: Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a oblastmi Ramsarské úmluvy v období 1966-2013, (popis: 0 – území mimo Ramsarskou úmluvu, 1 - území chráněné Ramsarskou úmluvou).

Labutě velké byly dříve zaznamenány na lokalitách, které nespádají do velkoplošných chráněných území, naopak později byly zaznamenány na lokalitách velkoplošných chráněných území (obr. č. 13).



Obr. č. 13: Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a velkoplošnými chráněnými územími v období 1966-2013, (popis: 0 – lokalita nespádající do velkoplošných chráněných území, 1- lokalita spadající do velkoplošných chráněných území).

Zobecněný lineární model vztahu mezi trendem početnosti labutě velké (1966-2013) a spojitými a kvantitativními proměnnými jednotlivých lokalit neprokázal žádnou signifikantní korelaci.

Tab. č. 8: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na trend početnosti labutě velké v období 1966–2013.

| Charakteristika | d.f. | Chi-kvadrát | P |
|-----------------|------|-------------|---|
| Intercept | 1 | 400.778 | |

5.2 Výskyt a početnost labutě velké na jednotlivých lokalitách v průběhu let 1991-2013

Pomocí dat získaných z IWC (frekvence výskytu, průměrná početnost) a dat vypočítaných pomocí programu Trim 3.54 (trend početnosti), byla za pomoci koleráčnických matic sestavena tabulka (tab. č. 9), které slouží k přehledu jednotlivých vztahů mezi těmito ukazateli z krátkodobého hlediska, tedy od roku 1991 do roku 2013.

Tab. č. 9: Vztah mezi rokem prvního výskytu, frekvencí výskytu, průměrnou početností a populačním trendem labutě velké na jednotlivých lokalitách v letech 1991-2013. V horní polovině tabulky jsou uvedeny hodnoty lineární korelačních koeficientů, v dolní polovině pak hladiny významnosti ($n=321$).

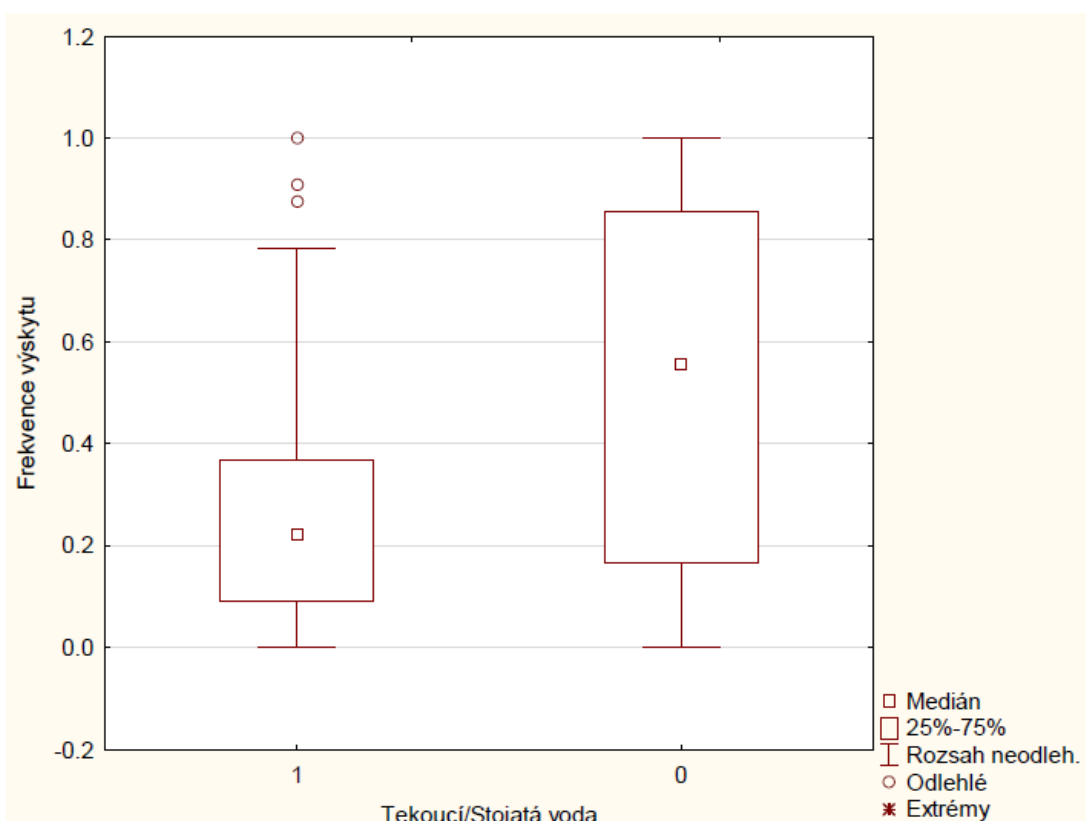
| | Frekvence výskytu | Průměrná početnost | Trend početnosti |
|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| Frekvence výskytu | | 0.484 <0.001 | -0.201 <0.001 |
| Průměrná početnost | 0.484 <0.001 | | -0.118 0.043 |
| Trend početnosti | -0.201 <0.001 | -0.118 0.043 | |

Nejprve byly hodnoceny korelace mezi závislými proměnnými na jednotlivých mokřadních lokalitách. Početnost labutě velké pozitivně korelovala s frekvencí výskytu. Na lokalitách s vyšší průměrnou početností byla zjištěna vyšší frekvence výskytu labutí velkých. Negativní korelace byla zaznamenána mezi frekvencí výskytu a trendem početnosti. Nižší frekvence početnosti byla zaznamenána na lokalitách s vyššími trendy početnosti labutě velké. Poslední negativní korelace byla zaznamenána mezi průměrnou početností a trendem početnosti. Na lokalitách s vyšší průměrnou početností byl zjištěn nižší trend početnosti (tab. č. 9).

Tab. č. 10: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké v období 1991–2013.

| Charakteristika | d.f. | Chi-kvadrát | P |
|-----------------|----------|----------------|------------------|
| Intercept | 1 | -117.958 | |
| <i>Typ vody</i> | <i>1</i> | <i>-82.248</i> | <i>71.421</i> |
| | | | <i><0.001</i> |

Pomocí zobecněného lineárního modelu byl analyzován vliv charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv typu vody (tab. č. 10). Nejfrekventovaněji byly labutě zastoupeny na stojatých vodách, méně frekventovány byly naopak na lokalitách s tekoucí vodou (obr. č. 14).

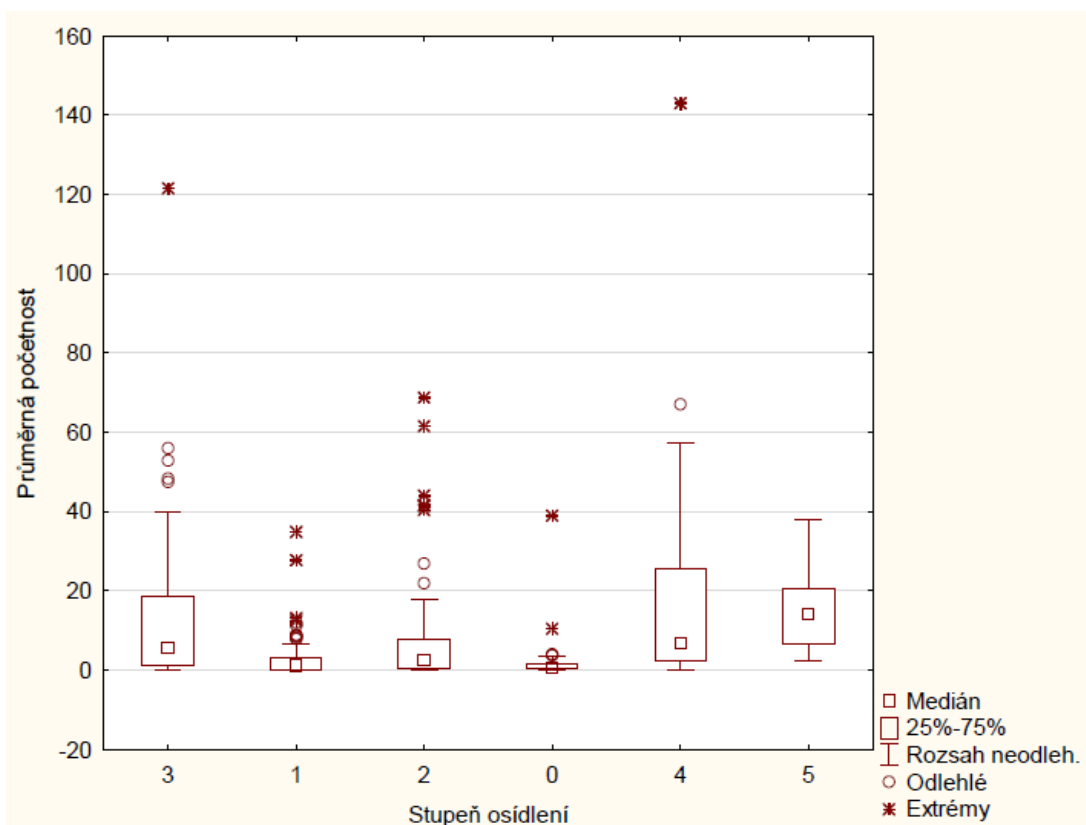


Obr. č. 14: Vztah mezi frekvencí výskytu labutě velké a typem vod lokality v období 1991-2013, (popis: 1 – tekoucí vody, 2 – stojaté vody).

Tab. č. 11: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké v období 1991–2013.

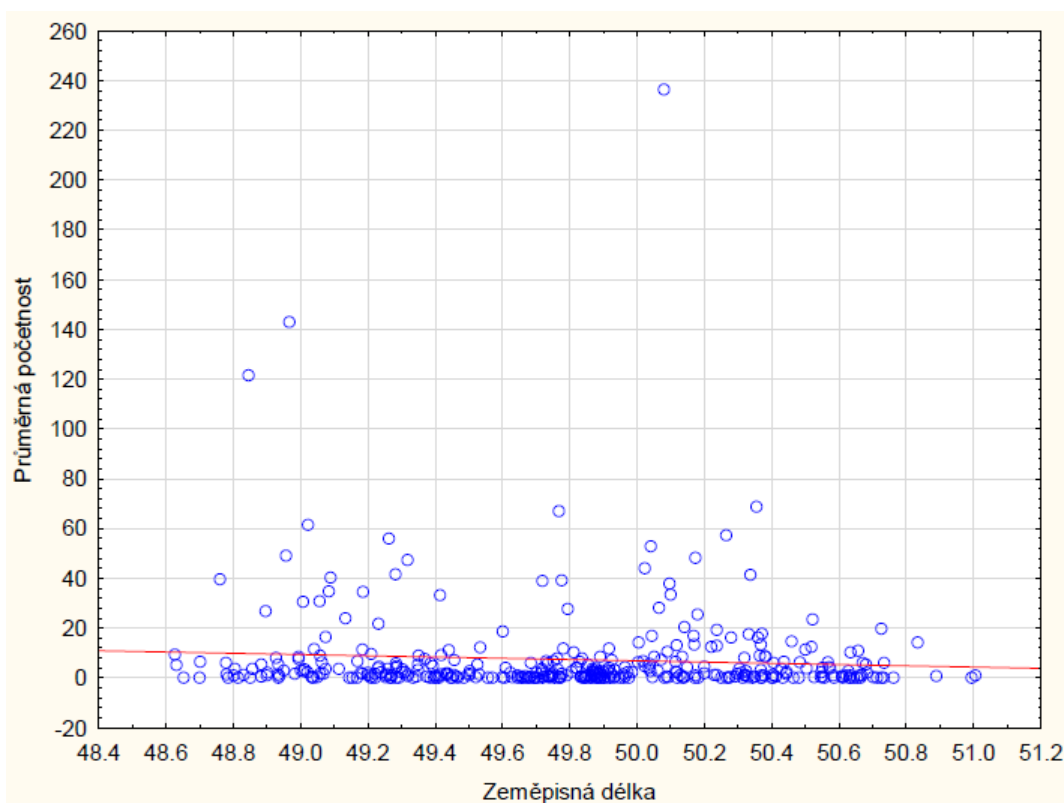
| Charakteristika | d.f. | | Chi-kvadrát | P |
|------------------------|----------|------------------|---------------|------------------|
| Intercept | 1 | -1660.780 | | |
| <i>Stupeň osídlení</i> | <i>5</i> | <i>-1626.600</i> | <i>68.350</i> | <i><0.001</i> |
| Diverzita prostředí | 1 | -1625.730 | 1.741 | 0.187 |
| <i>Zeměpisná šířka</i> | <i>1</i> | <i>-1623.200</i> | <i>5.070</i> | <i>0.024</i> |
| Nadmořská výška | 1 | -1622.790 | 0.806 | 0.369 |

Pomocí zobecněného lineárního modelu byl analyzován vliv charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv stupně osídlení a zeměpisné šířky (tab. č. 11). Nejpočetněji byly labutě zastoupeny v krajských městech a okresních městech, nejméně početné byly naopak na lokalitách bez osídlení (obr. č. 6).



Obr. č. 15: Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a stupněm osídlení v období 1991-2013, (popis: 0 – prostor bez osídlení, 1 – vesnice, 2 – malé město, 3 – okresní město, 4- krajské město, 5 – Praha).

Labuť velké byly téměř rovnoměrně rozšířeny v rozmezí od 48,4 do 50,8 stupňů s jednotlivými extrémy (obr. č. 8).



Obr. č. 16: Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a zeměpisnou délkou lokality v období 1991-2013.

Zobecněný lineární model vztahu mezi trendem početnosti labutě velké (1991-2013), spojitými a kvantitativními proměnnými jednotlivých lokalit neprokázal signifikantní korelaci (tab. č. 12).

Tab. č. 12: Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na trend početnosti labutě velké v období 1991–2013.

| Charakteristika | d.f. | Chi-kvadrát | P |
|-----------------|------|-------------|---|
| Intercept | 1 | 98.884 | |

6 DISKUSE

Významné populační trendy byly zaznamenány zhruba v polovině všech tahových populací labutí velkých v Evropě (Wetlands International, 2013). Převažující zvýšení počtu a distribuce labutí velkých bylo zaznamenáno i v České republice (Musil et al., 2011).

Hodnocením frekvence výskytu labutí velkých na jednotlivých lokalitách zimování bylo v obou obdobích zjištěno, že labutě se častěji vyskytují na stojatých vodách. Frekvence výskytu se zde pohybovala v intervalu od 0 do cca 1,1%, zatímco na stojatých vodách se pohybovala pouze od 0 do cca 0,7%. Tento fakt ve svých publikacích uvádí i Hudec a Šťastný (2005).

Z analýzy početnosti labutí velkých na jednotlivých lokalitách v obou obdobích vyplývá, že k nejvyšším průměrným počtům jedinců dochází v krajských městech a v hlavním městě České republiky – Praze. Hudec a Šťastný (1983) ve svých studiích tvrdí, že je většina vodních ploch na okraji města, přičemž zůstává dominantním stanoviště povodí Vltavy a to především její střední úsek, kde se souvislé osídlení táhne od ostrova Štvanice po Braník. Toto tvrzení se shoduje s výsledky této diplomové práce.

Další prokazatelný vliv na početnost má zeměpisná délka. Labuť velká se vyskytuje v intervalu od 12° do 19° pravidelně, až na jednotlivé výkyvy, ke kterým dochází mezi 14° a 15°, kdy byly zaznamenány hodnoty pohybující se okolo 180–200 ks. Bylo prokázáno, že průměrná početnost klesá v závislosti na stoupající zeměpisné délce. Poslední prokázanou charakteristikou je zeměpisná šířka. Labuť velká se nacházela v intervalu 48,6° do 51,0° vyrovnaně až na jednotlivé výkyvy. V globálním pohledu však dochází k poklesu průměrné početnosti v závislosti na zvyšující se zeměpisné šířce. Tyto vztahy vysvětluje ve svých publikacích Newton (2007), který se řídí tvrzením, že v regionech s nižší zeměpisnou šířkou zůstává ptactvo hlavně v období hnízdění, naopak ve vyšších zeměpisných šířkách se zdržují zimující či stálí jedinci.

Zobecněný lineární model vlivu jednotlivých charakteristik lokalit na 1. rok výskytu labutě velké z dlouhodobého hlediska, tedy mezi lety 1966 – 2013 prokazuje 4 charakteristiky. Jedná se o stupeň osídlení, který rozděluje lokality výskytu podle stupně urbanizace, oblast ČR, která určuje lokality podle místa výskytu v ČR, zeměpisnou délku a ochrana v rámci Ramsarské úmluvy.

U všech stupňů osídlení, kromě území bez zástavby, se první roky výskytu pohybovaly v rozmezí mezi lety 1960–1970. U území bez zástavby byl výskyt labutí velkých zaznamenán až po roce 1970. Labuť velká se kromě lokality na severní Moravě vyskytovala již před rokem 1970 a celkem pravidelně se tento stav udržel až do dnešní doby. Jedinou výjimkou se staly severní Čechy, kde nejspíše z důvodu celoevropského stavu životního prostředí došlo ke snížení početnosti labutě velké v posledních letech. Byly zjištěny 2 extrémy a to převážně v okresních a krajských městech. Je tedy zřejmé, že labuť velká zimují hlavně ve větších městech, než ve venkovském prostoru. Tento fakt může být ovlivněn hned několika faktory, ale nejpravděpodobnější bude zimní přikrmování. Zjištěné výsledky, vyvrací následující tvrzení, které publikoval Šťastný et al. (1998), který tvrdí, že od 70. let 20. století se datuje hnízdění volně žijících labutí velkých na území hlavního města Prahy, toto období se také označuje za rychlé rozšiřování a nárůst populace v Čechách. V roce 1976 bylo zaznamenáno první hnízdo na rybníku Brůdka v Šeberově. První hnízdění a vyvedení mláďat u polo-divokých labutí bylo však zaznamenáno již v letech 1950 – 1953 ve Stromovce. Do těchto událostí, byla labuť velká jen mimořádně přezimujícím druhem vodních ptáků na území České republiky.

Ze vztahu zeměpisné délky k 1. roku výskytu vyplývá, že začátky výskytu labutě velké na území ČR v letech 1966 – 2013, byly velice rozmanité, ale prokazatelně dochází s nárůstem zeměpisné délky k nižšímu 1. roku výskytu. Platí tedy, že se stoupající zeměpisnou šířkou klesá hodnota 1. roku výskytu. Tyto vztahy vysvětluje ve svých publikacích Newton (2007), který se řídí tvrzením, že v regionech s nižší zeměpisnou délkou zůstává ptactvo hlavně v období hnízdění, naopak ve vyšších zeměpisných délkách se zdržují zimující či stálí jedinci.

Z dlouhodobého hlediska je první rok výskytu ovlivňován i vztahem lokality k Ramsarské úmluvě. Výskyt labutí velkých na územích chráněných Ramsarskou

úmluvou se datuje mezi roky 1960–1970 na rozdíl od území, která nejsou chráněna Ramsarskou úmluvou, zde došlo k prvním rokům výskytu až v období mezi lety 1970–1980. Zvláštností je, že v chráněných lokalitách v poslední době ubývá labutí velkých a naopak v územích, která do dnešního dne nespádají pod ochranu Ramsarské úmluvy, se labutím daří a nadále jsou zde vysoké stavy těchto vodních ptáků. Výsledky se shodují s výroky o Ramsarské úmluvě (Ramsar, 2013).

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů pro stav labutí velkých na území ČR se měl stát zobecněný lineární model vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na trend početnosti labutě velké v období 1966-2013. Daný model však neprokázal žádnou korelaci mezi spojitými ani kvantitativními proměnnými. To dokazuje, že nárůst početnosti labutí velkých zimujících na našem území pravděpodobně neovlivňují místní podmínky, ale situace evropské tahové populace (Musilová in litt.).

Následujícím zobecněným lineárním modelem, který se zabývá vlivem charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké (*Cygnus olor*) na území ČR z krátkodobého hlediska, tedy od roku 1991 do roku 2013. Jako prokazatelné ukazatele se projeví pouze stupeň osídlení a zeměpisná délka. Vztah mezi průměrnou početností labutě velké a stupni osídlení v období 1991–2013. Hudec a Šťastný (1983) ve svých studiích tvrdí, že je většina vodních ploch na okraji města, při čemž zůstává dominantním stanoviště povodí Vltavy a to především její střední úsek, kde se souvislé osídlení táhne od ostrova Štvanice po Braník. Toto tvrzení se shoduje s výsledky této diplomové práce.

7 ZÁVĚR

Při ověřování hypotéz a sledování změn početnosti jednotlivých skupin živočichů jsou používány především modelové skupiny organismů, k níž se řadí i ptáci. Údaje, které jsou získány z četných monitorovacích programů zaměřených na ptáky, slouží k lepšímu poznání druhu, k rozpoznání významných lokalit, k indikaci změn životního prostředí a v neposlední řadě jako podklad pro management ochrany. Mezi tyto propracované a dobře fungující programy patří Mezinárodní sčítání vodních ptáků. Do tohoto programu je zapojena i Česká republika a to od roku 1966 a má tedy k dispozici ojedinělou časovou řadu.

Cílem studie uvedené v této diplomové práci bylo zhodnotit distribuci a dlouhodobé lokální změny labutě velké na území České republiky v průběhu let 1966–2013. Využita byla data z Mezinárodního sčítání vodních ptáků, kdy oblast zájmů byla omezena pouze na labuť velkou (*Cygnus olor*).

Byly použity dva časové modely – krátkodobý (1991–2013) a dlouhodobý (1966–2013). Následně byly z obou hledisek posuzovány – vývoj početnosti, frekvence výskytu a 1. rok výskytu na lokalitách to, zda se tyto faktory mění v závislosti na stanovištních podmínkách. Výsledky dokazují, že v období 1966-2013 a také v období 1991-2013 došlo k nárůstu počtu jedinců na všech hodnocených lokalitách. Bylo zjištěno, že labuť velká se nejpočetněji vyskytuje ve velkých městech a nejčastěji jsou zastiženy na rybnících. Během sledovaného období 1966-2013 se poprvé vyskytovaly ve středních Čechách, dříve na lokalitách chráněných v rámci Ramsarské úmluvy a naopak později ve velkoplošných chráněných územích.

Ochrana a správa lokalit by měla mířit zejména do míst, kde je to účelné a následně je tak možno dosáhnout očekávaných výsledků. Pro správně zaměřenou ochranu je nutné znát nejenom údaje o počtu jedinců daného druhu a jeho změnách, ale i o habitatových nárocích.

8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- 1) **Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2013:** Ramsarská úmluva. Praha, online: <http://www.ochranaprirody.cz/>
- 2) **Austin G., Rehfisch M., 2005:** Shifting nonbreeding distributions of migratory fauna in relation to climatic change. *Global Change Biology* 11: 31–38s.
- 3) **Bejček V., Šťastný K., Hudec K., 1998:** Svět zvířat IV: Ptáci 1. Albatros, Praha: 143s.
- 4) **Beranová R., Huth R., 2008:** Time variations of the effects of circulation variability modes on European temperature and precipitation in winter. *International Journal of Climatology* 28: 139–158s.
- 5) **Bergmann P. 1998:** Vliv klimatických podmínek na zimující vodní ptactvo. *Sylvia* 34: 40–52s.
- 6) **Bibby C. J., Burgess N. D., Hill D. A., 1992:** Bird Census Techniques. Academic Press, London.
- 7) **BirdLife International, 2004:** Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status.
- 8) **Boere G. C., Galbraith C. A., Strou D. A., 2006:** Waterbirds arend the Word. The Stationery Office, Edinburg, UK, 960 s.
- 9) **Burd F., 1992:** Erosion and vegetation change of the salt marshes of Essex and North Kent between 1973 and 1988. Research and survey in nature conservation no 42. Peterborough: Nature Conservancy Concil ex Norris et al. 2004.
- 10) **Cepák J., Musil P., 2004:** Vývoj početnosti hnízdních populací vodních ptáků v ČR a jeho možné příčiny. *Ochrana přírody* 59: 294s.
- 11) **Cotton P., 2003:** Avian migration phenology and global climate change. *PNAS* 100: 12219–12222s.
- 12) **Cramp S., Simmons K. E. L., 1977:** The birds of Western Palearctis. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol. 1. OUP.
- 13) **Crick H., 2004:** The impact of climate change on birds. *Ibis* 146: 48 – 56 s.

- 14) **Červený J., Koubek P., Bufka L., Kocurová M. & Fejklová P., 2004:** Eurasian lynx in the Czech republic and its change for survival. : 78 – 86s.
- 15) **Elphick J., 2007:** Atlas of Bird Migration. Natural History Museum, London.
- 16) **Felix J., 2000:** Ptáci mokřadů a vod. Adventinu, Praha: 95s.
- 17) **Flousek J., Gramsz B., 1999:** Atlas of breeding birds in the Krkonoše in 1991-1994. Krkonoše National Park Administration, Vrchlabí: 424s.
- 18) **Gilissen N., Haanstra L., Delany S., Boere G., Hagemerijer W., 2002:** Numbers and distribution of wintering waterbirds in the Western Palearctic and Southwest Asia in 1987, 1988 and 1999. Results from the International Waterbird Census. Wetlands International Global Series No 11, Wageningen, The Netherlands: 119s.
- 19) **Gill J., Norris K., Potts P., Gunnarsson T., Atkinson P., Sutherland W., 2001:** The buffer effect and largescale population regulation in migratory birds. Nature 412: 436–438s.
- 20) **Hario M., Hirvi J., Hollmén T., Rudbäck E., 2003:** Organ chlorine concentrations in diseased vs. Healthy gull chicks from the northern Baltic. Environmental Pollution 127: 411–423s.
- 21) **Hora J. 1994:** Labuť velká. Fauna ČR a SR. Ptáci 1. Academia Praha, 2. přepracované vydání.
- 22) **Hudec K., 2010:** Historie sčítání vodního ptactva (IWC) v ČR. Aythya 3: 1s.
- 23) **Hudec K., Šťastný K., 1983:** Fauna ČSSR: Ptáci III. Academia, Praha, 1196s.
- 24) **Hudec K., Šťastný K., 2005:** Fauna ČR: Ptáci 2. Academia, Praha, 1208s.
- 25) **Hurrell J. 1995:** Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperature. Science, New Series 269: 676–679s.
- 26) **IPCC, 2007:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University.

- 27) **IWSG, 2003:** Waders are declining worldwide: conclusions from the 2003 International Wader Study Group Conference, Cádiz, Spain.
- 28) **Julliard R., Jiguet F., Couvet D., 2003:** Common birds facing global changes: what makes a species at risk? *Global Change Biology* 10: 148–154s.
- 29) **Löhrl H., 1963:** Zur Hohenverbreitung einiger Vogel in den Alpen. *Journal für Ornithologie* 104: 62–68s.
- 30) **Maclean I., Austin G., Rehfish M., Blew J., Crowe O., Delany S., Devon K., Deceuninck B., Günther K., Laursen K., Roomen M., Wahl J., 2008:** Climate change causes rapid changes in the distribution and site abundance of birds in winter. *Global change biology* 14: 2489–2500 s.
- 31) **Mourková J. 2008:** Labuť velká. Atlas migrace ptáků České republiky a Slovenska. Aventinum Praha.
- 32) **Musil P., 1999a:** Monitoring of waterbird breeding populations in the Czech Republic (1988-1997). *Vogelwelt* 120: 253–256s.
- 33) **Musil P., 1999b:** 12. rok Sčítání hnízdních populací vodních ptáků. *Zprávy ČSO* 48: 59s.
- 34) **Musil P., 2005:** Monitoring populací vodních ptáku. Ukazatele změn biodiversity: 208–223s.
- 35) **Musil P., 2006:** A review of the effects of intensive fish production on waterbird breeding populations. *Waterbirds around the world*. Eds. G. C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK: 520–521s.
- 36) **Musil P., 2008:** Indikační význam vodních ptáků. *Aythya* 1: 3–4s.
- 37) **Musil P., Cepák J., Hudec K., Zárybnický J., 2001:** The long-term trends in breeding waterfowl populations in the Czech Republic. OMPO & Institute of Applied Ecology, Kostelec nad Černými lesy.
- 38) **Musil P., Musilová Z., 2006:** Current status of the International Waterbird Census in the Czech Republic. *Waterbirds around the world*. Eds. G. C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK: 484–486s.
- 39) **Musil P., Musilová Z., 2010:** 45 let Mezinárodního sčítání vodních ptáků v České republice. *Aythya* 3: 2–17s.

- 40) **Musil P., Musilová Z., 2011:** Trendy početnosti zimujících vodních ptáků v ČR (1966-2008). *Aythya* 3: 31–58s.
- 41) **Musil P., Musilová Z., Fuchs R., Poláková S., 2011:** Long – term changes in numbers and distribution of wintering waterbirds in the Czech Republic, 1966 – 2008. *Bird Study* 58/4: 450–460s.
- 42) **Musil P., Musilová Z., Strnad M., Neužilová Š., 2008:** Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2004-2007. *Aythya* 1: 14–66 s.
- 43) **Musilová Z., Musil P., Haas M., 2009a:** Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2008 a 2009. *Aythya* 2: 10–62 s.
- 44) **Musilová Z., Musil P., Haas M., 2010:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2010. *Aythya* 3: 19–30 s.
- 45) **Musilová Z., Musil P., Haas M. M., 2011:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2011. *Aythya* 4, 1-13 s.
- 46) **Musilová Z., Musil P., Neužilová Š., 2008:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2006 a 2007. *Aythya* 1: 5–13 s.
- 47) **Musilová Z., Musil P., Poláková S., Fuchs R., 2009b:** Wintering ducks in the Czech Republic: changes in their population trends and distribution. *Wildfowl. Special Issue* 2: 74–85s.
- 48) **Newton I., 1997:** Links between the abundance and distribution of birds. *Ecography* 20: 137–145s.
- 49) **Newton I., 2007:** Weather-related mass-mortality events in migrants. *Ibis* 149: 453–467s.
- 50) **Norris K., Atkinson P., Gill J., 2004:** Climate change and coastal waterbirds populations-past declines and future impacts. *Ibis* 146: 82–89s.
- 51) **Norris K., Brindley E., Cook T., Babbs S., Brown C., Yaxley R., 1998:** Is the density of redshank *Tringa totanus* nesting on saltmarshes in Great Britain declining due to changes in grazing management? *Journal of Applied Ecology* 35: 621–634s.
- 52) **Opatrný E., 1999:** Zoogeografie. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta. Polygrafické středisko VUP Olomouc.

- 53) **Ottersen G., Planque B., Belgrano A., Post E., Reid P., Stenseth N., 2001:** Ecological effects of The North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128: 1–14s.
- 54) **Pannekoek J., Strien A. J., 2005:** TRIM 3 Manual (Trends and Indices for Monitoring Data). Statistics Netherlands. Voorburg, The Netherlands.
- 55) **Piersma T., Lindström Å., 2004:** Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. *Ibis* 146: 61–69s.
- 56) **Ramsar - The Ramsar Convention on Wetlands, 2013:** About Ramsar. The Ramsar Convention on Wetlands, Gland.
- 57) **Rehfish M. Austin G., 2006:** The effect of water quality on over-wintering waterfowl population. *Journal of Ornithology* 147: 29–30s.
- 58) **Rehfish M., Austin G., Armitage M., Atkinson P., Holloway S., Musgrove A., Pollitt M., 2003:** Numbers of wintering waterbirds in Great Britain and Isle of Man (1994/1995-1998/1999): II. Coastal waders (Charadrii). *Biological Conservation* 112: 329–341s.
- 59) **Rehfish M., Austin G., Freeman S., Armitage M. & Burton N., 2004:** The possible impact of climate change on the future distributions and numbers of waders on Britain's non-estuarine coast. *Ibis* 146: 70–81s.
- 60) **Rose P. M., 1995:** Western Palearctic and South-West Asia Waterfowl Census 1994. International Waterfowl And Wetlands Research Bureau, 14 s.
- 61) **Snow D. W., Perrins C. M., 1998:** The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition Vol. 1, Non-Passerines. Oxford University Press, New York: 128s.
- 62) **Stenseth N., Ottersen G., Hurrell J., Mysterud A., Lima M., Chan K., Yoccoz N., Adlandsvik B., 2003:** Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proceeding of The Royal Society* 270: 2087–2096s.
- 63) **Sutherland W., 2004:** Climate change and coastal birds: research questions and policy responses. *Ibis* 146: 120–124s.
- 64) **Šťastný K., Bejček V., Bárta Z., 1987:** Využití ptačích společenstev jako biodiagnostického ukazatele míry poškození smrkových porostů v

- Krušných horách. Sborník Okresního muzea Most, řada přírodovědná, 6/84: 79–103s.
- 65) **Šťasný K., Bejček V., Hudec K., 1998:** Svět zvířat: Ptáci 1. Albatros, Praha, 144s.
- 66) **Šťasný K., Bejček V., Hudec K., 2006:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum Praha, 224 s.
- 67) **Thomas C., Lennon J., 1999:** Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213s.
- 68) **Thomas G., Lanctot R., Székely T., 2006:** Population declines in North American shorebirds: ecology, lifehistory and sexual selection. *Waterbirds around the world*: 207–208s.
- 69) **Tryjanowski P., Kuzniak S., Sparks T., 2002:** Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. *Ibis* 144: 62–68s.
- 70) **Tryjanowski P., Sparks T., 2008:** The relationship between phenological traits and brood size of the white stork *Ciconia ciconia* in western Poland. *Acta Oecologica* 33: 203–206s.
- 71) **Tryjanowski P., Sparks T., Profus P., 2005:** Uphill shifts in the distribution of the white stork *Ciconia ciconia* in southern Poland: the importance of nest quality. *Diversity and Distributions* 11: 219–223s.
- 72) **Wetlands International 2006:** Waterbird Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- 73) **Wetlands International, 2013:** Waterbird Population Estimates. Available at: wpe.wetlands.org (accessed 5 October 2013).
- 74) **Witt R., 1992:** Steinbach Großer Naturführer Vögel. Mosaik Verlag GmbH, Mnichov: 159s.
- 75) **Zalakevicius M., Lehikoinen E., Sparks T., 2004:** Arrival and departure dates. *Advances in Ecological Research* 35: 1–31s.

9 Přílohy

9.1 Seznam tabulek

- **Tab. č. 1:** Seznam vodních, geografických a environmentálních proměnných sledovaných mokřadních lokalit-spojité proměnné. Jsou uvedeny průměrné údaje za použití všech zkoumaných lokalit.
- **Tab. č. 2:** Seznam geografických a environmentálních proměnných sledovaných mokřadních lokalit - kategoriální proměnné.
- **Tab. č. 3:** Deset lokalit s nejvyššími počty exemplářů. Zdroj: Aythya, 2011.
- **Tab. č. 4:** Vztah mezi rokem prvního výskytu, frekvencí výskytu, průměrnou početností a populačním trendem labutě velké na jednotlivých lokalitách v letech 1966-2013. V horní polovině tabulky jsou uvedeny hodnoty lineární korelačních koeficientů, v dolní polovině pak hladiny významnosti ($n=321$).
- **Tab. č. 5:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké v období 1966–2013.
- **Tab. č. 6:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké v období 1966–2013.
- **Tab. č. 7:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na rok 1. výskytu labutě velké v období 1966–2013.
- **Tab. č. 8:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na trend početnosti labutě velké v období 1966–2013.
- **Tab. č. 9:** Vztah mezi rokem prvního výskytu, frekvencí výskytu, průměrnou početností a populačním trendem labutě velké na jednotlivých lokalitách v letech 1991-2013. V horní polovině tabulky jsou uvedeny hodnoty lineární korelačních koeficientů, v dolní polovině pak hladiny významnosti ($n=321$).
- **Tab. č. 10:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na frekvenci výskytu labutě velké v období 1991–2013.

- **Tab. č. 11:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na průměrnou početnost labutě velké v období 1991–2013.
- **Tab. č. 12:** Zobecněný lineární model (vč. procedury forward variable selection) vlivu charakteristik jednotlivých lokalit na trend početnosti labutě velké v období 1991–2013.

9.2 Seznam obrázků

- **Obr. č. 1:** Lokality sledované v lednu 2013. Zdroj: <http://www.waterbirdmonitoring.cz>.
- **Obr. č. 2:** Labuť velká (*Cygnus olor*). Zdroj: Vlastní foto.
- **Obr. č. 3:** Hlavní evropské zimoviště Jindřichův Hradec. Zdroj: <http://www.iwccz.wz.cz/>
- **Obr. č. 4:** Global Mean Temperature. Zdroj: <http://danbraganca.com>
- **Obr. č. 5:** Vztah mezi frekvencí výskytu labutě velké a typem vod v období 1966-2013.
- **Obr. č. 6:** Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a kategorií měst v období 1966-2013
- **Obr. č. 7:** Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a longitudou lokality v období 1966-2013.
- **Obr. č. 8:** Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a latitudou lokality v období 1966-2013.
- **Obr. č. 9:** Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a kategorií měst v období 1966-2013.
- **Obr. č. 10:** Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a oblastí ČR v období 1966-2013.
- **Obr. č. 11:** Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a latitudou lokality v období 1966-2013.
- **Obr. č. 12:** Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a oblastmi Ramsarské úmluvy v období 1966-2013.
- **Obr. č. 13:** Vztah mezi rokem 1. výskytu labutě velké a velkoplošnými chráněnými územími v období 1966-2013.
- **Obr. č. 14:** Vztah mezi frekvencí výskytu labutě velké a typem vod lokality v období 1991-2013.
- **Obr. č. 15:** Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a kategorií měst v období 1991-2013.
- **Obr. č. 16:** Vztah mezi průměrným počtem labutě velké a latitudou lokality v období 1991-2013.