

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA EKOLOGIE**

**Dlouhodobé lokální změny početnosti zimujících kachen  
divokých (*Anas platyrhynchos*) v ČR**  
Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:  
Mgr. Zuzana Musilová, PhD.

Vypracovala:  
Markéta Keilová

2014

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Dlouhodobé lokální změny početnosti zimujících kachen divokých (*Anas platyrhynchos*) v ČR“ zpracovala samostatně a jen s využitím pramenů uvedených v seznamu literatury, které ve všech případech řádně cituji.

V Praze dne

---

Markéta Keilová

## Abstrakt

Pochopení faktorů (proměnných), které mají vliv na distribuci a početnost druhů vodních ptáků v rámci jednotlivých stanovišť má zásadní význam pro efektivní management v ochraně přírody. V práci byla za použití dat z lednového sčítání vodních ptáků z 863 lokalit v České republice z let 1966 – 2013 provedena analýza vlivu stanovištních podmínek na průměrné početnosti, trendy početnosti a četnosti výskytu kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) na těchto lokalitách. Ukázalo se, že na teplejších lokalitách se vyskytuje vyšší průměrný počet zimujících jedinců, tyto lokality jsou pravidelněji obsazovány, naopak na chladnějších lokalitách pozitivně rostou krátkodobé trendy početnosti. Na lokalitách se zvláštní legislativní ochranou zimuje každoročně průměrně větší počet jedinců než na lokalitách zvláště nechráněných. Na lokalitách s tekoucí vodou zimuje průměrně větší počet jedinců, narůstají zde krátkodobé i dlouhodobé trendy početnosti a je zde i vyšší pravděpodobnost výskytu. Na lokalitách, které se nacházejí v blízkosti dalších mokřadních stanovišť zimuje průměrně větší počet jedinců, což platí i pro lokality v otevřené krajině. Vliv míry urbanizace okolí lokalit nebyl prokázán na žádnou ze sledovaných proměnných.

*Klíčová slova: Česká republika, Mezinárodní sčítání vodních ptáků, trendy početnosti, územní ochrana, vodní ptáci.*

Understanding factors that affect the distribution of species and individuals among habitats is crucial for effective management and conservation. Here, using mid-January wintering counts from 863 sites over 48 years (1966–2013) in Czech Republic, the thesis present the assessment of the role of several habitat characteristics (mean-January temperature, running/standing waters, proportion of wetlands/open/urban landscape in surrounding and special legislative protection) for mean numbers, long term trends in numbers and frequency

of occurrence of Mallard (*Anas platyrhynchos*). It was shown that warmer sites host higher mean numbers, such sites are also more frequently occupied. Conversely, lower temperature is connected with positive short term trends in numbers. Site protection is positively connected with higher mean numbers. Mean numbers, frequency of occurrence and both long-term and short-term trends in numbers is significantly connected with running waters. Higher numbers of Mallards spend winter on sites which are surrounded by other wetlands and open landscape. Surprisingly, the higher proportion of urban areas in surrounding of wintering site, did not show the importance for any of the investigated waterbird variables.

**Keywords:** *Czech Republic, International Waterbird Census, site protection, trends in numbers, waterbirds.*

# 1 Obsah

1 Obsah.....	5
2 Úvod.....	7
2.1 Charakteristika druhu.....	7
2.1.1 Rozšíření a početnost druhu v západní Palearktidě.....	7
2.1.2 Rozšíření a početnost druhu v České republice.....	8
2.1.3 Vývoj početnosti v Evropě a v České republice.....	9
2.1.4 Migrace.....	11
2.1.5 Potrava.....	13
2.1.6 Hlavní evropská zimoviště.....	14
2.2 Vliv podmínek prostředí na rozšíření a početnost vodních ptáků.....	15
2.2.1 Klimatické změny.....	15
2.2.2 Environmentální faktory (urbanizace, chráněná území, charakter stanoviště atd.).....	16
2.2.3 Nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka.....	18
3 Cíle práce.....	20
4 Metodika.....	21
4.1 Ptačí data.....	21
4.2 Charakteristiky lokalit.....	22
4.3 Statistická analýza.....	23
5 Výsledky práce.....	24
5.1 DATA 1966 – 2013.....	24
5.1.1 TREND.....	24
5.1.2 MEAN.....	26
5.1.3 FREQUENCY.....	27
5.2 DATA 1991-2013.....	29
5.2.1 TREND.....	29
5.2.2 MEAN.....	32
5.2.3 FREQUENCY.....	33
6 Diskuse.....	36

7 Závěr.....	39
8 Přehled literatury a použitých zdrojů .....	41
9 Přílohy .....	49

## 2 Úvod

### 2.1 Charakteristika druhu

Kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*) řadíme do čeledi kachnovitých (*Anatidae*), řádu vrubozobých (*Anseriformes*), třída ptáci (*Aves*). Jedná se o velkou, robustně stavěnou plovavou kachnu (♀ 750 – 1200g, ♂ 850 – 1450g) s poměrně velkou hlavou a dlouhým zobákem. Samec má zeleno-žlutý zobák, nohy oranžově červené, kovově zelenou hlavu s bílým prstencem okolo krku, červenohnědou (kaštanovou) hrud', ocasní péra šedá, široce bíle lemovaná, střední ocasní péra černá a srpovitě stočená (tzv. kačírky). Na ramenních letkách je výrazné charakteristické modrofialové zrcátko (*speculum*), lemované černým a bílým pruhem. Samice je většinou menší než samec, nenápadně hnědá, s příměsí načernalých skvrn, zobák špinavě nahnědlý se žlutozelenými okraji čelistí. Strany hlavy a krku jsou světlejší, s jemnými tmavohnědými podélnými skvrnami, přes oko se táhne tmavší proužek (Hudec 1994, Snow & Parrins 1998, Kear 2005).

Společenský pták, většinu roku se sdružuje v hejnech o počtech až několika stovek jedinců na jedné lokalitě, v době před a při hnízdění se naopak vyskytuje v menších hustotách nebo jen hnízdních párech. Samec se nepodílí na výchově mláďat. Druh migruje a zimuje v hejnech (Snow & Parrins 1998).

#### 2.1.1 Rozšíření a početnost druhu v západní Palearctidě

Kachna divoká je nejpočetnějším a široce rozšířeným druhem kachny v západní Palearctidě. V rámci svého areálu se objevuje na téměř všech typech sladkovodních, brakických i slanovodních biotopů. Obecně nevyhledává pouze rychle tekoucí vodní toky, oligotrofní nádrže, hluboké a exponované vody, vodní plochy se skalnatými břehy a břehy bez vegetace (Snow & Parrins 1998). Přednost dává stojatým, mělkým vodám (s hloubkou do cca 1m) s vegetací (ponořenou, vynořenou i plovoucí na hladině), zvláště atraktivní jsou

pro ni středně husté rákosiny, vodní plochy s ponořenými nebo nízko nad hladinou se sklánějícími větvemi, vlhké zaplavované lužní lesy, otevřenější vodní stanoviště s bahnitými břehy, písčinami. Druh je tolerantní k lidské přítomnosti, s oblibou obsazuje i umělá vodní díla, kanály a urbání biotopy. Nejvyšší koncentrace druhu v západní Palearktidě jsou zaznamenávány na deltě Dunaje a na dalších velkých evropských řekách. Většinou se vyskytuje v nížinách, ale jsou známy i výskyty kolem 2000 m. n. m. (Scott & Rose 1996).

Scott & Rose (1996) podle hlavních zimovišť rozlišují v západní Eurasii 5 populací druhu: 1. oddělená populace poddruhu *Anas platyrhynchos boschas*, hnízdící i zimující v Grónsku (cca 15 000 – 30 000 jedinců), 2. populace severozápadní Evropy (cca 5 milionů jedinců), 3. populace severní Evropy a západního Středomoří (cca 1 milion jedinců), 4. populace severovýchodní a střední Evropy zimující v Černomoří a východním Středomoří (cca 2,25 milionů jedinců), 5. populace západní Sibiře a jihozápadní Asie (cca 800 tisíc jedinců). Autoři přiznávají, že toto a jakékoli jiné dělení populací kachny divoké nemá příliš biologické, ale spíše praktické opodstatnění.

Wetland International (2014) uvádí odhady početností nejdůležitějších populací kachny divoké v západní Palearktidě takto: populace severozápadní Evropy – 4,5 milionů jedinců; populace severní Evropy a západního Středomoří - 1 milion jedinců; populace východní Evropy, východního Středomoří a Černého moře – 2 miliony jedinců.

Evropská populace kachny divoké tedy dosahuje cca 7 500 000 jedinců a je považována za víceméně stabilní (Hudec 1983, 1994, Scott & Rose 1996, Snow & Parrins 1998, Gillisen et al. 2002, Birdlife International 2004, Wetlands International 2014).

### **2.1.2 Rozšíření a početnost druhu v České republice**

Kachna divoká je u nás nejpočetnějším druhem kachny, těžiště výskytu leží v nížinách a pahorkatinách, její rozšíření místy zasahuje i do vyšších poloh. Hnízdní nároky jsou rozmanité, většinou je hnízdění vázáno na vodní prostředí, ale často jsou hnízda od vody značně vzdálena. Hnízdí roztroušeně po celém



našem území, nejčastěji na rybnících a v jejich okolí, na březích řek a potoků, říčních inundacích, zarůstajících říčních ramenech, uvnitř měst (parky), vesnic i na umělých vodních nádržích (Šťastný et. al 2006). Na většině stanovišť je kachna divoká nejhojnějším druhem z hnízdních kachen, ale v některých oblastech je co do množství až za polákem chocholačkou a polákem velkým (Hudec 1996). Za podzimního tahu (září – říjen) a v době zimování je v ČR kachnou nejpočetnější a soustřeďuje se ve velkých počtech na rybníčních soustavách, údolních nádržích a říčních úsecích i v počtech deseti tisíc (Hudec 1996, Musil & Musilová 2011a).

Data z Mezinárodního sčítání vodních ptáků (IWC) v ČR ukazují, že kachna divoká je v rámci ČR nejpočetnějším zimujícím druhem, řádově dokonce přesahuje početnost ostatních nejhojnějších druhů vodních ptáků. Počet zjištěných jedinců je nejvyšší na lokalitách Jižní Moravy, Středních a Jižních Čech. Druh převažuje na tekoucích vodách. Kachna divoká je zároveň druhem nejhojnějším, tedy při každoročním sčítání se vyskytuje na největším počtu sledovaných lokalit (Musilová et. al 2011). Konkrétně zaznamenané zimní počty jedinců kachny divoké z let 2004 až 2011 například uvádí Musil & Musilová (2011a). Kachna divoká je v době zimování (i hnízdění) rovnoměrně rozšířena po celém území ČR. Vyšší koncentrace jsou zaznamenávány především v urbáních biotopech (města i vesnice). V chladných zimách je zřetelný nárůst počtu ptáků a zároveň snížení počtu obsazených lokalit, což lze vysvětlit příletem ptáků ze severněji položených zimovišť nebo zamrznutím méně významných lokalit, příp. zamrznutím rybníků (Musil & Musilová 2013).

### **2.1.3 Vývoj početnosti v Evropě a v České republice**

Data z IWC naznačují pro celou evropskou populaci kachny divoké dlouhodobý pokles trendu početnosti za roky 1983–2007 (Wetland International 2014). Sledované populace západní Palearktidy vykazují 0.3–4.7% p.a. pokles trendu početnosti. Konkrétně populace severozápadní Evropy vykazuje za roky 1983-2007 -0.6% p.a. pokles trendu početnosti; populace severní Evropy a západního Středomoří vykazuje pro roky 1983-2007 -0.3% p.a. pokles trendu

početnosti; populace východní Evropy, východního Středomoří a Černého moře vykazuje pro roky 1983 – 2007 -4.7% p.a. signifikantní dlouhodobý pokles trendu početnosti (Wetland International 2014).

Delany et. al (1999) uvádí populaci kachny divoké ve střední Evropě jako jeden z dvou druhů *Anatidae*, který ukazuje prokazatelný klesající trend početnosti jak pro roky 1974 – 1996, tak pro roky 1987 – 1996. Jako ohrožené pravděpodobným poklesem početnosti se jeví i populace v severozápadní Evropě a západním Středomoří.

BirdLife International (2004) odhaduje velikost evropské hnízdní populace kachny divoké na 3,1 – 5, 1 milionů párů s velmi mírně klesajícím až stabilním trendem početnosti (trend početnosti mezi lety 1970 – 1990 byl stabilní, v letech 1990 – 2000 byl tento trend v některých státech klesající, klíčové populace v Nizozemí, Německu a Polsku však byly stabilní).

Na severu Evropy (Norsko, Švédsko, Finsko, Dánsko, Island) byl naopak prokázán rostoucí trend početnosti hnízdicích populací druhu, zatímco trend početnosti zimujících kachen divokých se za poslední desetiletí neukazuje jako konzistentní (Švédsko vzrůstající trend, Dánsko a Finsko trend klesající). Není zřejmé, zda a pokud ano, tak v jaké míře se tento trend kompenzuje klesajícími trendy početnosti populací dále na jih podél North-West European flyway (Dalby et al. 2013a). Například počty zimujících kachen divokých ve Velké Británii zřetelně klesají od roku 1990 (Calbrade et al. 2010), v Holandsku od roku 2000 (Hornman et al. 2011), což může znamenat obecně dlouhodobý pokles v rámci North-West European flyway (Dalby et al. 2013a).

Konkrétně ve Švédsku počty zimujících kachen divokých vykazují signifikantní vzrůstající trend, když počty jedinců byly poměrně stabilní v letech 1967–1987, zatímco následující roky znamenaly prudký nárůst početnosti. Odhady počtů jedinců stouply z 68 000 v roce 1971 na 150 000 v roce 2004. Obraz celostátního rozšíření byl pro oba sledované roky velmi podobný, ale byly prokázány významně rozdílné trendy početnosti pro jednotlivé švédské mikroregiony (Nilsson 2008).

Ve střední Evropě dochází k poklesu početnosti (Musil & Musilová 2011a).

Celková početnost hnízdní populace kachny divoké v ČR se dlouhodobě snižuje, největší zlom nastal v zimě 1982/83. Celkový hnízdní stav kachny divoké v letech 2001 – 2003 činil 25 000 – 50 000 párů oproti mapování v letech 1985 – 1989, kdy to bylo 30 000 – 60 000 párů, což znamená snížení početnosti zhruba o 20%. Celkový obraz hnízdního rozšíření se však nezměnil (Šťastný et al. 2006).

Dle IWC je početnost zimující populace kachny divoké v ČR pro roky 2009 – 2013 odhadována na 162 000 – 194 000 jedinců (Musilová et al. 2014a). Dlouhodobý trend početnosti zimujících kachen divokých v ČR pak vykazuje mírný nárůst, a to rovnoměrně na lokalitách s tekoucí i stojatou vodou. Byl též prokázán nárůst distribuce (tj. podíl sledovaných a obsazených lokalit). Změny distribuce a změny početnosti jsou vzájemně korelovány. Dále existuje pozitivní vztah mezi nárůstem distribuce a klimatickými fluktuacemi, konkrétně distribuce kachny divoké narůstá v mírných zimách. Nárůst distribuce je rychlejší než nárůst početnosti, což může souviset s tendencí obsazovat stále nové lokality (Musilová et al. 2009).

Otázkou zůstává, zda změna distribuce a početnosti v ČR odráží celoevropský trend (Musil et al. 2011).

#### **2.1.4 Migrace**

V západní a jižní Evropě je kachna divoká převážně stálý pták, ve střední a východní Evropě se zvyšuje počet tažných ptáků (kachna divoká zimuje jižně od 58 °N) zejména v závislosti na klimatických podmínkách každé zimy a s tím souvisejícím zamrznáním vodních ploch (Hudec 1996, Ridgill & Fox 1990, Šťastný et al. 2006).

Většina ptáků hnízdících v severozápadním Rusku, Finsku, Švédsku a v pobaltských republikách migrují na zimoviště od Dánska po severní Francii a Velkou Británii. Zatímco někteří jedinci hnízdící ve střední Evropě za příznivých podmínek zůstávají na místě i během zimy, většina jich migruje jihozápadním směrem na zimoviště především v severním Středomoří. Někteří jedinci ze střední Evropy zřejmě též migrují jihovýchodním směrem podél Dunaje

a mísí se s jedinci z východu na zimovištích u Černého moře (Scott & Rose 1996). Typické jsou přelety po vyhníždění do vzdálenosti 11 – 100 km. Tahové projevy jsou komplikovány pravidelnými přelety na letní místa pelichání (kačeři) a tvořením párů již v zimovištích, kdy zejména kačeři tvoří páry bez ohledu na svoji příslušnost, což má za následek časté změny hnízdiště (Hudec 1996). Mladí ptáci a samice opouštějí hnízdiště v září, hromadné migrace severních a východních populací vrcholí v říjnu a listopadu. Návrat na hnízdiště je podle klimatických podmínek někdy již na počátku února (Scott & Rose 1996).

Populace hnízdící v ČR jsou jednak stále, tak přelétavé až tažné. Táhnoucí jedinci odlétají na jihozápad, zimoviště leží v rozptylu od západní Francie po Srbsko, Španělsko, Alžírsko a střední Itálii. Stanovení času odletu a příletu na česká hnízdiště je s ohledem na celoroční výskyt nesnadné, zřejmě jsou někteří jedinci na hnízdištích již od února, odlet probíhá po ukončení pelichání od července (Šťastný et. al 2006).

Kachna divoká je nejkroužkovanějším druhem vrubozobých na území ČR, na jejímž území je druh částečně tažný, ale některé populace zejména ve větších městech jsou stále. Pouze 10% odchycených ptáků bylo nalezeno ve větší vzdálenosti než 100 km od místa kroužkování, naopak relativně vysoké procento ptáků nalezených nad 100km během zimy ukazuje, že velká část české hnízdní populace migruje alespoň na menší vzdálenosti. U české hnízdní populace převládá jižní a jihozápadní směr migrace se zimovišti v jižním Německu, Rakousku, Švýcarsku, Itálii a Francii. Potvrzuje se význam jihofrancouzských zimovišť pro českou hnízdní populaci. Část české hnízdní populace (cca 50%) zimuje na českém území, ale výsledky kroužkování ukazují, že většina kachen nezimuje poblíž místa hníždění (tedy dále než 100km) a že kachny divoké mění zimoviště z roku na rok. Je těžké přesně určit původ cizích kachen, které na území ČR zimují (Cepák et. al 2008).

Pohyby (přesuny) zimujících kachen mezi jednotlivými stanovišti vzdálenými od sebe více jak 100 km během jedné zimní sezony v nadregionálním měřítku a především pochopení faktorů, které tyto pohyby ovlivňují, není přes značný vědecký zájem dosud objasněn. Gourlay et al. 2012 uvádí,

že např. i v rámci jednoho druhu (*Aythya ferina*, *Aythya fuligula*) existuje souběžně několik zimujících strategií (většina jedinců zůstává na jednom zimovišti celou zimu, někteří se však během zimy přesunou na lokalitu až do vzdálenosti 800 km, nebo využívají i několik různých zimních stanovišť).

Přesunům zimujících kachen divokých (prosinec - únor), které jsou klíčové pro přežití a zajištění potravy, se zabývá Sauter (2010), když ukazuje, že přesuny kachen během celého zimujícího období směřují obecně jižním a jihozápadním směrem, vzdálenost přesunů během let 1952 - 2004 klesla (oteplení klimatu) a druh se přesouvá ve větších počtech jen při extrémních zimách.

### 2.1.5 Potrava

Potrava je velmi rozmanitá, závislá na stanovištních podmínkách a ročním období. Kachna divoká je všežravec a ve vztahu k potravě oportunistka. Většinu stravy tvoří semena a plody vodních i suchozemských rostlin. Menší podíl tvoří zelené části rostlin a živočišná složka, jako jsou drobní korýši, larvy hmyzu. Potrava je sbírána na vodě, včetně panáčkování, a na březích (Kear 2005). Znamé jsou delší přelety za potravou mimo vodní plochy (Šťastný et. al 2006). Kachna divoká tedy sbírá potravu i na souši, v létě a na podzim se živí i obilím a jinými kulturními plodinami, žere též žaludy, žížaly atd. Mladí jedinci, ale příležitostně i dospělci, dokáží lovit hmyz ze vzduchu nebo trást rostlinami a tím uvolnit spad semen a bezobratlých. Kachna si dokáže zobákem ukousnout i z větší potravy, jako např. z brambor (Snow & Parrins 1998).

Sběr potravy probíhá nejvíce v noci, příležitostně ve dne, a to nejčastěji na mělčinách, v porostech vodních rostlin, v mokřinách, bahniskách, v mělké vodě na potůčcích. Při sběru potravy kachna divoká ponejvíce ponořuje jen zobák, popř. hlavu a krk, kdy čvachtáním zobákem proceduje vodu a bahno s vodními rostlinami a živočichy. Větší rostliny a živočichy zobákem rozmačkává. Pokud musí lovit v hlubší vodě většinou se nepotápí, ale jen panáčkuje, tj. ponoří hlavu, krk a hrud', kdežto zadek a ocas zvedne. Kachna tak dosáhne maximálně do hloubky 48 cm. Znamé jsou kachní „tahy“, kdy kachny v létě i v zimě navečer opouštějí rybník nebo klidnější úsek řeky, kde přes den odpočívaly, a houfně

se rozletují po krajině za potravou i na velké vzdálenosti (k mělkým a menším vodám, bahniskům a na sušší místa). Kachny mají rychlé trávení a velkou spotřebu potravy (Hudec 1983, 1996, Hudec & Šťastný 2005).

### 2.1.6 Hlavní evropská zimoviště

Během každoročního IWC jsou spočítány cca 2,2 miliony jedinců kachny divoké, ačkoli díky svému všeobecnému rozšíření (druh obsazuje mokřadní biotopy téměř všech typů, velikostí a kvalit) a nízkým populačním hustotám se skutečná velikost zimující populace v západní Palearktidě odhaduje na 7,8 milionů jedinců, tedy větší část zimujících ptáků není během IWC zaznamenána (Gilisen *et al.* 2002). V Evropě je celkem 7,5 mil kachen divokých tří tahových populací: *North - West flyway*, *Northern - West Mediteranean flyway* a *Eastern Europe/Black sea/East Mediteranean flyway* (Scott & Rose 1996, Wetland International 2014).

Ve střední Evropě najdeme nejpočetnější zimoviště na hlavních říčních tocích a na předalpských jezerech (Hudec 1983, 1994, Scott & Rose 1996, Snow & Parrins 1998, Gillisen *et al.* 2002). Kachna divoká se se jen zřídka na stanovištích koncentruje v počtech přesahující 1% z jednotlivých populací, přesto lze definovat několik klíčových zimovišť (Scott & Rose 1996). Jako nejvýznamnějšími zimoviště byly identifikovány např. tyto lokality: Bodanské jezero, oblast středního Porýní, delta Rhôny, ústí španělské řeky Ebro, delta Dunaje, delta Volhy, soutok Moravy s Dunajem, maďarské nížiny (Dunaj, Tisa, Balaton), pobřeží Černého a Kaspického moře, poloostrov Kanin, zimoviště v Lotyšsku a další. Zimoviště s vůbec nejvyšším počtem ptáků bylo v roce 1997 Bakhteganské jezero v Íránu s 142 490 jedinci (Gilisen *et al.* 2002).

V České republice jsou nejvýznamnějšími zimovišti druhu rybníční oblast jižních Čech a na jižní Moravě pak oblast Podyjí a nádrž Nové Mlýny (Scott & Rose 1996).

## 2.2 Vliv podmínek prostředí na rozšíření a početnost vodních ptáků

### 2.2.1 Klimatické změny

Existuje obecný předpoklad, že globální změna klimatu bude znamenat změnu rozšíření rostlinných i živočišných druhů napříč všemi taxony a že nejrychleji na tuto změnu klimatu zareagují migrující druhy, z nichž jako nejcitlivější se jeví zimující druhy vodních ptáků. Mnoho studií hodnotící distribuci druhů ve vztahu ke klimatickým změnám dokládá významné posuny v areálech výskytu druhů (např. Maclean et al. 2008). Lehtikoinen et al. (2013) názorně dokazuje od roku 1980 severovýchodní posun centra zimního výskytu tří druhů běžných evropských kachen (*Mergus merganser*, *Bucephala clangula*, *Aythya fuligula*), a to podél celé severozápadní evropské tahové cesty. Posuny center zimního výskytu vybraných druhů korelují se zimním oteplením o 3.8 °C v severovýchodní části jejich migrační cesty (exponenciální nárůst abundance), a zároveň korespondují s poklesem abundance v jihozápadní hranici jejich zimního rozšíření.

Klimatické změny mají u ptáků také dopad na fenologii (načasování „life history events“). Vzrůstající teploty urychlují jarní migraci (Rainio et al. 2006) a následné hnízdění, což má vliv na individuální reprodukční úspěch (např. Jonzén et al. 2006, Lehtikoinen et al. 2004). Na problematiku opoždění podzimní migrace ve vztahu ke klimatickým změnám poukazuje Lehtikoinen et. Jaatinen (2012).

Dalby et al. (2013b) uvádí, že *Anas spp.* nevykazují v reakci na chladnější podmínky (v závislosti na zvýšených termoregulačních nákladech) významné změny v zimním rozšíření. Teplotní podmínky však ve spojení s dalšími faktory, jakými jsou např. potravní dostupnost, lokální populační hustoty ostatních druhů nebo stav vody na konkrétních stanovištích, však zimní rozšíření plovavých kachen mohou vysvětlovat. Kachna divoká při výběru zimoviště preferuje spíše tzv. ‘sit and wait’ strategii, když toleruje i velmi nízké zimní teploty, upřednostňuje tak blízkost hnízdních lokalit, kratší migrační vzdálenost,

a s tím spojenou potenciaální možností časnějšího zahnízdění před nižšími termoregulačními náklady na zimování a tím zvýšením možnosti přežití jižněji na migrační trase. Studie Schummea et al. (2010) ukazuje, že kachna divoká, na rozdíl od ostatních *Anas spp.*, raději přečkává mrazivá období na místě, než se rozhodne stěhovat na jiné teplejší zimoviště. Kachna divoká při zimování reaguje pouze na velmi extrémní teplotní podmínky (Sauter et al. 2010).

Zimní rozšíření kachny divoké, minimálně na regionální úrovni, je ovlivněno aktuálním počasím, jako jsou lokální povodně, počet po sobě jdoucích mrazivých dnů, hloubka a trvání sněhové pokrývky (Heitmeyer 2006, Schummer et al. 2010).

Území České republiky není klíčovým zimovištěm pro většinu druhů kachen (*Anas spp.*) západní Palearktidy, ale z dostupných dat z IWC jsou patrné jasné mezi-sezonní populační změny početnosti a distribuce, což může reflektovat klimatické fluktuace. Meziroční změny početnosti a distribuce zimujících kachen jsou více spojeny s dlouhodobými trendy početnosti druhů než s meziročními lokálními změnami klimatických podmínek (Musilová et al. 2009).

Ukazuje se, že vliv klimatických faktorů na početnost zimujících kachen v ČR je omezený. Výraznější vliv mají aktuální meteorologické podmínky než meteorologická situace předcházející zimnímu sčítání. Analýza reakce druhů na meziroční klimatické fluktuace ukázala, že distribuce kachny divoké průkazně rostla v mírných zimách (Musilová et al. 2009).

### **2.2.2 Environmentální faktory (urbanizace, chráněná území, charakter stanoviště atd.)**

Pochopení faktorů, které rozhodujícím způsobem ovlivňují distribuci druhů a jedinců mezi jednotlivými stanovišti (habitaty) je nezbytné pro efektivní management v ochraně přírody. Konkrétní spojitost mezi vlastnostmi stanoviště a využíváním stanoviště (habitat use) je složité interpretovat, protože jednotlivé stanovištní charakteristiky často působí současně, čímž je potlačen efekt individuálních faktorů.



Fougue et al. (2007) potvrdili dlouhodobý vzrůstající trend početnosti *Cygnus olor* na celostátní úrovni a zároveň poukazují na nerovnoměrný vývoj trendů početnosti druhu na několika nejdůležitějších zimních stanovištích, který ale nevykazuje významné mezi-měsíční fluktuace (prosinec-leden-únor).

Campbell (2008) ilustruje ve vícedruhové analýze vztah distribuce vodních ptáků ke kvalitě říční vegetace, zastavěnosti říčních břehů, parametrů říčního toku (hloubka, šířka a rychlost toku), charakteru přiléhající krajiny a lidské přítomnosti (urbanizace) a to ve všech ročních obdobích. Vliv všech uvedených faktorů se ukazuje druhově i sezoně specifický. Pro zimní výskyt kachny divoké byla prokázána pozitivní korelace pouze k hloubce říčního toku.

Ma et. al (2004) ukazuje, že vodní ptáci obecně preferují přírodní stanoviště před umělými biotopy, ačkoli v zimním období mohou být umělé biotopy jako náhradní stanoviště významné, což bylo prokázáno i pro kachnu divokou.

Sebastián-González et al. (2010) ukazuje, že vodní nádrže jsou vodními ptáky jako zimní nebo hnízdní stanoviště vybírány podle charakteristik stanovišť a zimující společenstva ptáků jsou méně selektivní než hnízdní společenstva. Při výběru zimního stanoviště pro jednotlivé gildy zimujících vodních ptáků hraje rozhodující roli velikost vodní nádrže, vzdálenost nádrže (izolovanost) a kvalita habitatu (nabídka zdrojů a konstrukční řešení umělé nádrže).

Anderies et al. (2007) na základě 'individual-energy-based competition' model potvrzuje obecnou empirickou zkušenost, že populace vodních ptáků na urbáních biotopech vykazují větší hustotu, ale nižší biodiverzitu než populace vyskytující se v přírodních habitatech, což může být způsobeno nižší mírou predace a stabilnější nabídkou potravních zdrojů. Chace & Walsh (2006) shrnují nejnovější vědecké poznatky ohledně vlivu urbanizace na ptačí populace.

Abundance a konkrétní složení společenstva vodních ptáků na regionální úrovni je ovlivněna souhrou několika faktorů, jakými je počet místně se vyskytujících druhů, jejich druhové rozšíření, velikost vodní plochy, matrix okolní krajiny a přítomnost či absence klíčových refugií (Guadagnin et al. 2005).

Studie Nummiho et al. (2013), která sleduje obsazení vodních stanovišť ve vztahu k struktuře stanoviště a potravním zdrojům, ukazuje že pro kachnu

divokou je struktura stanoviště (např. šíře a výška vegetace, hloubka břehů) stejně důležitá jako přítomnost vhodné potravy (velká vývojová stádia hmyzu). Kachna divoká obsazuje prioritně stanoviště s odpovídající vegetací, strukturou a abundancí kořisti.

Široce diskutovanou otázkou je vztah malých a velkých fragmentů habitatů k druhové diverzitě. Většina studií se shodne v tom, že velké fragmenty hostí více druhů než malé fragmenty a zároveň je zde nižší okrajový efekt (např. Debinski & Holt 2000), ale důležitost malých (<1ha) fragmentů pro druhovou diverzitu je též zdůrazňována (např. Fischer & Lindenmayer 2002). Velikostí fragmentů habitatů ve vztahu k hnízdní úspěšnosti vodního ptáka se zabývá Pasinelli et. al. (2008), když uvádí, že malé fragmenty mokřadních habitatů jsou jako hnízdní stanoviště pro strnada rákosního (*Emberiza schoeniclus*) stejně vhodná (úspěšná) jako velké fragmenty.

Jackson et al (2009) při pokusu objasnit podstatu vztahu mezi celkovým počtem ptačích druhů a poměrným zastoupením zákonem zvláště chráněných území neprokázali mezi těmito veličinami silnou korelaci, což pro oblast Velké Británie vysvětlují relativně malými rozdíly v kvalitě habitatů uvnitř a vně chráněných území a poměrně velkou roztroušeností chráněných území.

### **2.2.3 Nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka**

Huntley et al. 2007 předpokládá (modelovaný) posun hnízdních areálů ptáků severním až severovýchodním směrem, který by měl znamenat i posun (ústup) dotčených druhů do vyšších poloh, resp. zvyšování dolní hranice jejich hnízdního výskytu. Simulovaný model budoucí distribuce kachny divoké ukázal severní posun areálu.

Data o vertikálním rozšíření ptačích druhů hnízdících (výškový výskyt mimo hnízdní období je velmi málo zdokumentován) v ČR shrnuje Hudec et. al (2011). V souhrnných publikacích o výskytu a rozšíření ptáků na území ČR (např. Hudec 1983 a 1994, Hudec & Šťastný 2005, Šťastný et al. 1987, 1996 a 2006) je závislost rozšíření na hypsometrickém gradientu většinou vyjádřena maximální nadmořskou výškou, v níž byl příslušný

druh zjištěn. U kachny divoké bylo hnízdění zjištěno na vodních plochách až do nejvyšších horských poloh (nad 800 m. n. m.), z vysokých výšek je pak známo až z poslední doby (kolem roku 1980), konkrétních zpráv o posunu hnízdišť do vyšších poloh je však málo (Hudec et. al 2011).

Reif & Flousek (2012) ukazují, které z ekologických nároků mohou být důležitými ukazateli altitudinal range shifts středoevropských ptáků (například stanovištní požadavky) a které nikoli (například European climatic niche breadth).

### **3 Cíle práce**

Cílem práce je identifikovat geografické a habitatové charakteristiky, které by vysvětlovaly současnou početnost, dlouhodobé změny početnosti a frekvenci výskytu kachny divoké na jednotlivých zimních lokalitách v České republice v dlouhodobém období (1966-2013) a krátkodobém období (1991-2013). Vzhledem k dlouhodobému nárůstu velikosti zimující populace lze předpokládat i vzrůstající význam lokalit, které splňují habitatové nároky daného druhu. Hodnoceny budou habitatové nároky kachny divoké a na základě nich budou určeny lokality významné pro zimování druhu. Analyzován bude také dlouhodobý vliv stupně ochrany dané lokality a klimatu na lokální změny početnosti.

## 4 Metodika

### 4.1 Ptačí data

Data o výskytu a početnosti kachny divoké v období zimování druhu (polovina ledna) pro jednotlivé lokality v ČR byla získána z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků (IWC) z let 1966–2013 (Delany et al. 1999, Gilissen et al. 2002, Musil & Musilová 2011b, Musil et al. 2011). Byla použita data z celkem 383 IWC lokalit v České republice, na kterých probíhalo minimálně 10 sčítání během dané časové řady a na kterých byl výskyt kachny divoké alespoň jednou zaznamenán.

Ze základních dat o výskytu a početnosti jedinců na každé lokalitě byly pro další analýzu stanoveny hodnoty těchto veličin:

#### MEAN

- veličina byla pro každou lokalitu vypočtena jako průměrný počet jedinců na IWC lokalitě za danou časovou řadu. Průměrná hodnota veličiny je 256, hodnoty se pohybují v rozmezí od 0 do 4601,143.

#### FREQUENCY

- vyjadřuje jak často se kachna divoká na IWC lokalitě v dané časové řadě vyskytovala. Získána jako poměr počtu nenulových záznamů z lokality a počtu let sledování (počet let, kdy na lokalitě probíhalo sčítání). Veličina nabývá hodnot 0 až 1.

#### TREND

- vyjadřuje změnu (trend) početnosti na dané lokalitě. K tvorbě trendů početnosti byl použit software TRIM 3.53 (Statistics Netherlands 2014, Pannekoek & Strien 2009), kterým je možné pomocí log-lineární Poisson regrese vypočítat trendy početnosti za určitou časovou řadu, a to i při neúplném pokrytí sledovaných lokalit v jednotlivých letech. Byla provedena analýza dlouhodobých dat za roky 1966- 2013 a krátkodobých dat za roky 1991-2013. Jako „Base Time“ byl při určování trendů pro jednotlivé lokality zadáván rok prvního výskytu, odhady početností pro jednotlivé roky pak byly počítány ve vztahu k tomuto datu.

Byla použita roční (aditivní) míra změn početnosti a kategorizace trendů dle programu TRIM 3.53: strong increase (SI) – výrazný vzestup (nárůst o více než 5 %), moderate increase (MI) – mírný vzestup (nárůst o méně než 5 %), stable (S) – stabilní, moderate decline (MD) – mírný pokles, strong decline (SD) silný pokles, uncertain (U) – nejasný trend.

## 4.2 Charakteristiky lokalit

Všechny vybrané IWC lokality byly klasifikovány podle následujících veličin (proměnných):

### TEMPERATURE

- teplota měřená jako průměrná denní lednová teplota na lokalitě (Tolasz et al. 2007). Průměr hodnot je -1,819 °C a hodnoty se pohybují v rozmezí od -0,5 do -3,5 °C.

### CORINE\_URBAN, CORINE\_OPEN, CORINE\_WETLAND

- land cover získaný dle CORINE Land Cover 2006 (EEA 2009) jako procentní zastoupení tří hlavních typů krajiny v okruhu 5 km od centra IWC lokality – urbání a nepřírozená krajina, otevřená zemědělská krajina, mokřady.

### STANDING WATERS

- kategorická proměnná (faktor) značící typ mokřadního biotopu (tekoucí nebo stojaté vody). Klasifikace mokřadních biotopů dle Chytil et al. (1999). Lokality tekoucích vod byly definovány jako říční úseky s jasnými hranicemi jako jsou přehrady, jezy a mosty. Z analyzovaných 383 lokalit bylo 164 lokalit se stojatou vodou (STANDING WATERS=1).

### PROTECTION

- kategorická proměnná (faktor) značící existenci nebo neexistenci zvláštní právní ochrany na IWC lokalitě (národní park, národní přírodní rezervace, chráněná krajinná oblast, přírodní rezervace, Ramsar site). Z analyzovaných 383 IWC lokalit bylo 56 klasifikováno jako zvláště právně chráněných (PROTECTION=1).

### 4.3 Statistická analýza

Pro všechny statistické analýzy byl použit program R 3.1.2 (R Development Core Team 2014). Analýzy byly provedeny nejprve pro dlouhodobá data (1966 – 2013) a poté pro krátkodobá data (1991 – 2013).

Pro názornost byly v geografickém softwaru ArcGIS 10.1. vypracovány mapy ČR se všemi lokalitami a příslušnými početnostmi, trendy početnosti a frekvencemi výskytu.

Zodpovězena byla otázka zda průměrný trend v celé ČR je signifikantně odlišný od 0 (klesá nebo roste), k čemuž byl použit jednovýběrový t-test.

Hlavní částí analýzy dat byly zobecněné lineární modely (Generalized Linear Model - GLM), kde vysvětlované proměnné byly TREND, MEAN a FREQUENCE a vysvětlující proměnné všechny ostatní veličiny (TEMPERATURE, PROTECTION, STANDING\_WATERS, CORINE\_URBAN, CORINE\_WETLAND, CORINE\_OPEN). Pro GLM model pro TREND byly navíc jako vysvětlující veličiny (kovariáty) použity i veličiny MEAN a FREQUENCE. Proměnnou MEAN analyzujeme pomocí GLM s kvazi-Poissonovským rozdělením a log link funkcí, což je konzervativnější a opatrnější volba než standardní Poissonovské rozdělení odůvodněná velkým rozptylem dat typickým pro počty. Pro analýzu FREQUENCE byl použit GLM s kvazi-Binomickým rozdělením s logit link funkcí, protože tato proměnná nabývá hodnot mezi 0 a 1.

## 5 Výsledky práce

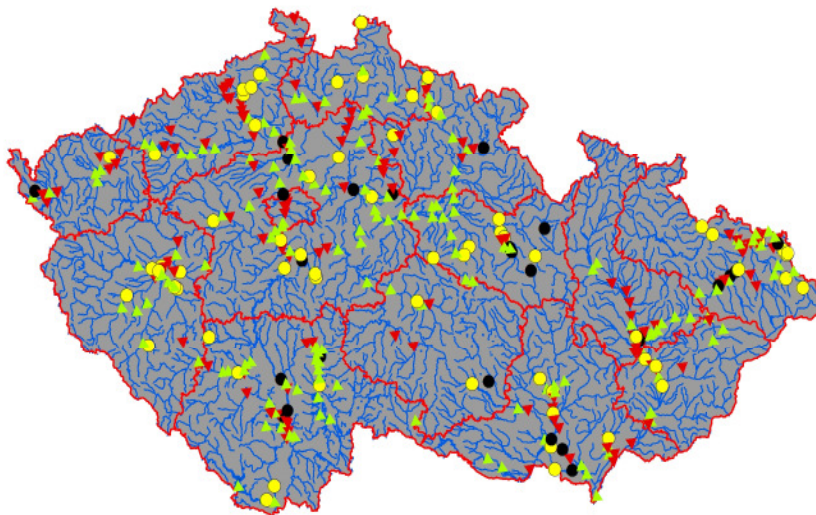
### 5.1 DATA 1966 – 2013

#### 5.1.1 TREND

Ze všech 383 IWC lokalit byl na 168 lokalitách prokázán nárůst početnosti (129-MI, 39-SI), na 123 lokalitách pokles početnosti (98-MD, 25-SD), na 64 lokalitách je trend početnosti stabilní (S) a na 28 lokalitách nebyl trend početnosti prokazatelný. Trendy na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 1.

Trend na průměr TRENDU napříč lokalitami (tj. "jak vypadá situace na průměrné lokalitě") je kladné pozitivní číslo (0.004203166), ale jednovýběrový t-test ukázal, že situace na průměrné lokalitě se významně neliší od nulového trendu (t-test:  $t=1.66$ ,  $df=378$ ,  $p=0.096$ ).

*Obrázek 1: Trendy početnosti kachny divoké (1966 – 2013). ▲ - narůstající trend (MI, SI), ▼ - klesající trend (MD,SD), ● - stabilní (S) ● - nejasný trend (U).*





Tabulka 1: Výsledky GLM pro TREND 1966-2013. Hladiny významnosti: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1.

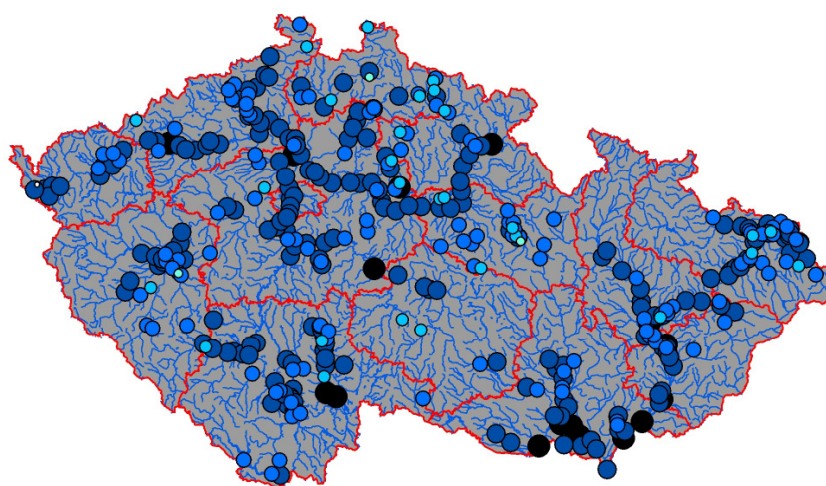
	Estimate	Std. Error	tvalue	Pr(> t )
(Intercept)	0.0142449	0.0220912	0.645	0.5194
Log(MEAN + 1)	0.0032413	0.0025338	1.279	0.2016
FREQUENCE	-0.0161937	0.0186831	-0.867	0.3866
TEMPERATURE	-0.0069262	0.0045000	-1.539	0.1246
PROTECTION1	-0.0096275	0.0075234	-1.280	0.2015
<b>STANDING_WATERS1</b>	<b>-0.0175509</b>	<b>0.0078396</b>	<b>-2.239</b>	<b>0.0258 *</b>
CORINE_URBAN	-0.0002230	0.0002695	-0.828	0.4084
CORINE_WETLAND	0.0002467	0.0064349	0.038	0.9694
CORINE_OPEN	-0.0002303	0.0001701	-1.354	0.1767

GLM model pro TREND (Tabulka 1) vysvětluje pouze 3.57 % deviance (variance). Model vysvětluje velmi malou část variability v datech, tzn. že hlavní část variability v trendech početnosti na lokalitách je způsobena nějakými v práci nepodchycenými faktory. Nicméně za pozornost stojí, že faktor STANDING\_WATERS má na TREND slabě negativní statisticky významný efekt (\*), tedy že trendy početnosti mají na lokalitách se stojatou vodou tendenci spíše klesat a na lokalitách s tekoucí vodou růst. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 1).

## 5.1.2 MEAN

Průměrné počty kachen divokých z let 1966 – 2013 na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 2.

Obrázek 2: Průměrné počty kachen divokých v ČR (1966 – 2013). Početní škála: 0 (○), 0.001 – 1.000 (●), 1.001 – 10.000 (●), 10.001 – 100.000 (●), 100.001 – 1000 (●), 1000.001 – 5364,43 (●).



Tabulka 2: Výsledky GLM pro MEAN 1966-2013. Hladiny významnosti 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 '' 1.

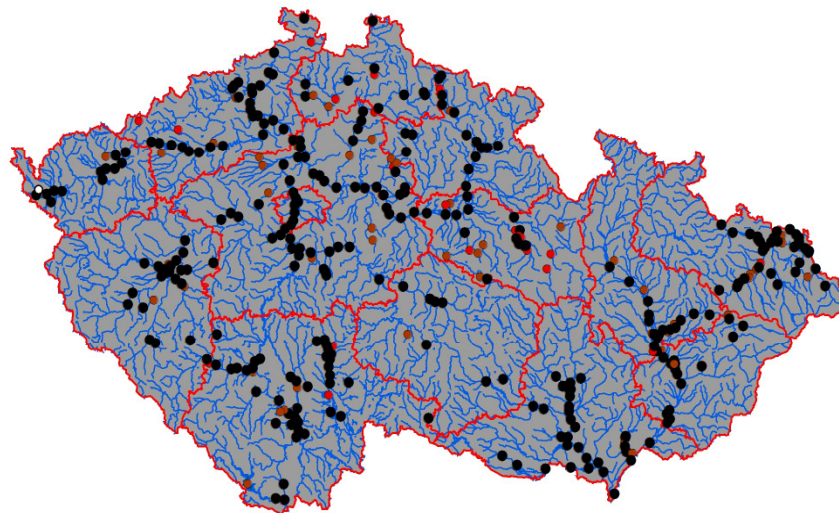
	Estimate	Std.Error	t-value	Pr(> t )
(Intercept)	5.5090414	0.4722092	11.667	< 2e-16 ***
<b>TEMPERATURE</b>	<b>0.3017718</b>	<b>0.1296031</b>	<b>2.328</b>	<b>0.020425 *</b>
<b>PROTECTION1</b>	<b>0.6460225</b>	<b>0.1743319</b>	<b>3.706</b>	<b>0.000243 ***</b>
STANDING_WATER1	-0.2410025	0.1503803	-1.603	0.109867
CORINE_URBAN	0.0009027	0.0076532	0.118	0.906167
<b>CORINE_WETLAND</b>	<b>0.3473994</b>	<b>0.1487797</b>	<b>2.335</b>	<b>0.020075 *</b>
CORINE_OPEN	0.0077004	0.0048105	1.601	0.110281

GLM model pro MEAN (Tabulka 2) vysvětluje pouze 10.7 % deviance (variance), tedy model opět vysvětluje velmi malou část variability v datech. Nicméně model ukazuje že faktor PROTECTION má na MEAN pozitivní a statisticky významný efekt (\*\*\*), tedy, že existence zvláštní legislativní ochrany lokality se pozitivně promítá na vzrůstajících počtech zimujících jedinců na lokalitě. Za pozornost rovněž stojí, že faktory TEMPERATURE a CORINE\_WETLAND mají na MEAN slabě pozitivní statisticky významný efekt (\*), což naznačuje, že vyšší počty zimujících jedinců jsou na teplejších lokalitách a na lokalitách nacházejících se v blízkosti dalších mokřadů. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 2).

### 5.1.3 FREQUENCY

Frekvenci výskytu kachen divokých v letech 1966 – 2013 na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 3.

*Obrázek 3: Frekvence výskytu kachny divoké v ČR (1966 – 2013). Početní škála : 0 – 0.2500 (○), 0.2501 – 0.500 (●), 0.5001 – 0.750 (●), 0.751 – 1.000 (●).*



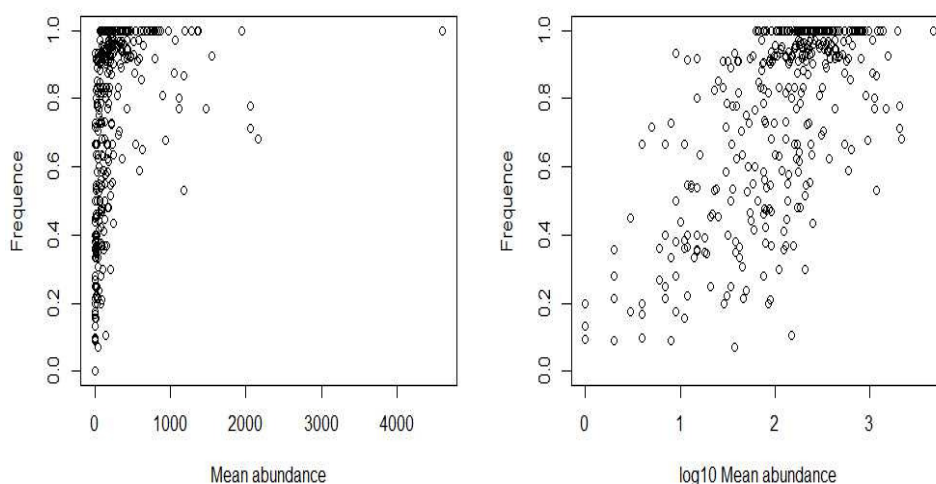
Tabulka 3: Výsledky GLM pro FREQUENCE 1966-2013. Hladiny významnosti 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1.

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )
(Intercept)	3.352290	0.438734	7.641	1.85e-13 ***
<b>TEMPERATURE</b>	<b>0.248669</b>	<b>0.108542</b>	<b>2.291</b>	<b>0.0225 *</b>
PROTECTION1	-0.044117	0.171108	-0.258	0.7967
<b>STANDING_WATERS1</b>	<b>-2.367685</b>	<b>0.146445</b>	<b>-16.168</b>	<b>&lt; 2e-16 ***</b>
CORINE_URBAN	0.008029	0.008250	0.973	0.3311
CORINE_WETLAND	-0.217929	0.149000	-1.463	0.1444
CORINE_OPEN	-0.006658	0.004343	-1.533	0.1262

Veličinu FREQUENCE můžeme interpretovat jako "kam se kachny rády vracejí". GLM model FREQUENCE (Tabulka 3) vysvětluje 55,25 % deviance (variance), tedy model vysvětluje více než polovinu variability v datech. Model ukazuje že faktor STANDING\_WATERS má na FREQUENCE pozitivní a statisticky významný efekt (\*\*\*), tedy skutečnost, zda se jedná o lokalitu s tekoucí nebo stojatou vodou se pozitivně promítá na tom, jak často kachny na dané lokalitě zimují. Faktor TEMPERATURE má na FREQUENCE slabě pozitivní statisticky významný efekt (\*), což naznačuje, že kachny se raději vracejí zimovat na teplejší lokality. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 3).

Byla vynesena FREQUENCE proti abundanci (Obrázek 4).

Obrázek 4: Závislost četnosti výskytu a abundance kachny divoké.

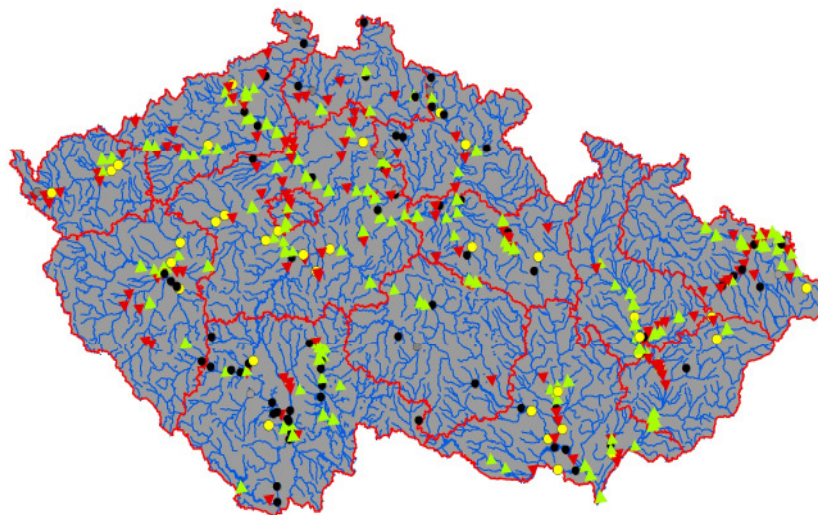


## 5.2 DATA 1991-2013

### 5.2.1 TREND

Ze všech 383 IWC lokalit byl na 142 lokalitách prokázán nárůst početnosti (75 MI, 67 SI), na 120 lokalitách pokles početnosti (65 MD, 55 SD), na 35 lokalitách je trend početnosti stabilní (S) a na 86 lokalitách nebyl trend početnosti prokázán. Barevně odlišené krátkodobé trendy (1991-2013) kachny divoké na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 5.

Obrázek 5: Trendy početnosti kachny divoké v ČR (1991-2013). ▲ - narůstající trend (MI, SI), ▼ - klesající trend (MD,SD), ● - stabilní (S) ● - nejasný trend (U).



Tabulka 4: Výsledky GLM pro TREND 1991-2013. Hladiny významnosti 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

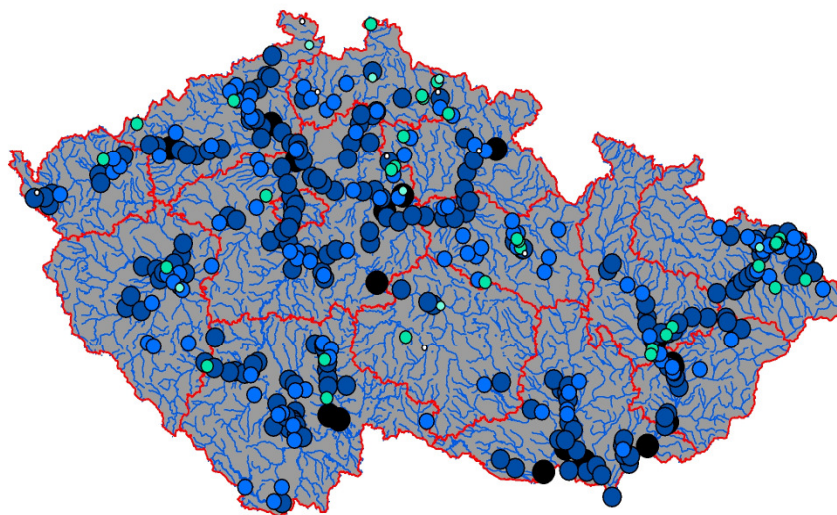
	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.0609474	0.0733919	-0.830	0.40682
log(MEAN + 1)	0.0009375	0.0076759	0.122	0.90286
FREQUENCE	0.0492435	0.0576613	0.854	0.39365
<b>TEMPERATURE</b>	<b>-0.0437241</b>	<b>0.0158948</b>	<b>-2.751</b>	<b>0.00623 **</b>
PROTECTION1	-0.0025534	0.0264291	-0.097	0.92308
STANDING_WATER1	-0.0190136	0.0257966	-0.737	0.46155
CORINE_URBAN	0.0009414	0.0009632	0.977	0.32902
CORINE_WETLANDS	-0.0147026	0.0227879	-0.645	0.51920
<b>CORINE_OPEN</b>	<b>-0.0011009</b>	<b>0.0006008</b>	<b>-1.832</b>	<b>0.06769 .</b>

GLM model pro TREND (Tabulka 4) vysvětluje pouze 5,13 % deviance (variance), tedy model i pro krátkodobé trendy vysvětluje velmi malou část variability v datech, ale je to o něco více než v případě krátkodobých trendů. Model ukazuje že faktor TEMPERATURE má na TREND negativní, statisticky významný efekt (\*\*), tedy že na chladnějších lokalitách je trend početnosti spíše vzrůstající a na teplejších spíše klesající. Za pozornost stojí, že faktor CORINE\_OPEN má na krátkodobý TREND slabě pozitivní, přesto však ještě statisticky významný efekt (.), což může naznačovat preferenci kachen pro zimní lokality nacházející se v otevřené krajině. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 4).

### 5.2.2 MEAN

Průměrné počty kachen divokých z let 1966 – 2013 na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 6.

Obrázek 6: Průměrné počty kachen divokých v ČR (1991-2013). Početní škála: 0 (○), 0.001 – 1.000 (●), 1.001 – 10.000 (●), 10.001 - 100.000 (●), 100.001 – 1000 (●), 1000.001 – 5364,43(●).



Tabulka 5: Výsledky GLM pro MEAN 1991-2013. hladiny významnosti 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1.

	Estimate	Std. Error	t -value	Pr(> t )
(Intercept)	5.375193	0.513953	10.45	< 2e-16 ***
<b>TEMPERATURE</b>	<b>0.280187</b>	<b>0.139724</b>	<b>2.005</b>	<b>0.045650 *</b>
<b>PROTECTION1</b>	<b>0.662798</b>	<b>0.183400</b>	<b>3.614</b>	<b>0.000343 ***</b>
<b>STANDING_WATER1</b>	<b>-0.297880</b>	<b>0.159874</b>	<b>-1.863</b>	<b>0.063213 .</b>
CORINE_URBAN	-0.003990	0.008706	-0.458	0.647050
<b>CORINE_WETLANDS</b>	<b>0.456033</b>	<b>0.155546</b>	<b>2.932</b>	<b>0.003577 **</b>
<b>CORINE_OPEN</b>	<b>0.010655</b>	<b>0.005207</b>	<b>2.046</b>	<b>0.041421 *</b>

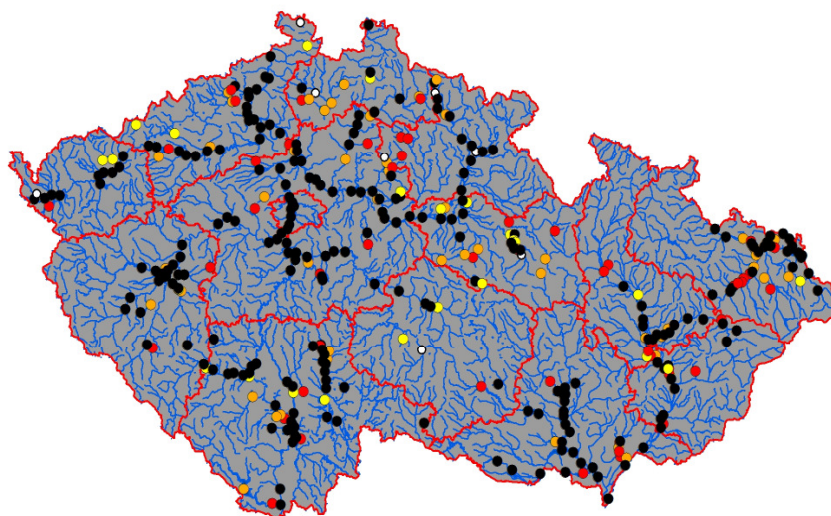
GLM model pro MEAN (Tabulka 5) vysvětluje pouze 11.7 % deviance (variance), tedy model opět vysvětluje velmi malou část variability v datech. Model pro krátkodobá data opět ukazuje že faktor PROTECTION má na MEAN pozitivní a statisticky významný efekt (\*\*\*), tedy, že existence zvláštní legislativní ochrany lokalit se pozitivně promítá do vyšší početnosti zimujících jedinců. Faktor CORINE\_WETLAND má na MEAN slabě pozitivní statisticky významný efekt (\*\*), což naznačuje, že vyšší početnost zimujících jedinců je na lokalitách nacházejících se v blízkosti dalších mokřadů. Faktory TEMPERATURE a CORINE\_OPEN mají na MEAN slabě pozitivní statisticky významný efekt (\*), což vypovídá o preferenci teplejších lokalit a lokalit v otevřené krajině. Slabě negativní statisticky významný efekt (.) má také faktor STANDING\_WATER, naznačující vyšší počty kachen na lokalitách s tekoucí vodou. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 5).



### 5.2.3 FREQUENCY

Frekvenci výskytu kachen divokých v letech 1991 – 2013 na jednotlivých lokalitách v ČR ukazuje Obrázek 7.

Obrázek 7: Frekvence výskytu kachny divoké v ČR (1991-2013). Početní škála : 0 (○), 0.001 – 0,2500 (●), 0.2501 – 0.500 (●), 0.5001 – 0.750 (●), 0.751 – 1.000 (●).



Tabulka 6: Výsledky GLM pro FREQUENCY 1991-2013. Hladiny významnosti 0 ‘\*\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*\*’ 0.01 ‘\*\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1.

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t )
(Intercept)	3.578837	0.553256	6.469	3.09e-10 ***
<b>TEMPERATURE</b>	<b>0.222779</b>	<b>0.132250</b>	<b>1.685</b>	<b>0.0929 .</b>
PROTECTION1	-0.014799	0.209586	-0.071	0.9437
<b>STANDING_WATER1</b>	<b>-2.720186</b>	<b>0.201669</b>	<b>-13.488</b>	<b>&lt; 2e-16 ***</b>
CORINE_URBAN	0.010012	0.010567	0.947	0.3440
CORINE_WETLANDS	-0.122804	0.190548	-0.644	0.5197
CORINE_OPEN	-0.003456	0.005635	-0.613	0.5400

GLM model FREQUENCE (Tabulka 6) vysvětluje 51,23 % deviance (variance), tedy model vysvětluje více než polovinu variability v datech. Model ukazuje že faktor STANDING\_WATERS má na FREQUENCE negativní a statisticky významný efekt (\*\*\*), tedy skutečnost, zda se jedná o lokalitu s tekoucí nebo stojatou vodou se pozitivně promítá na skutečnost, jak často kachny na dané lokalitě zimují. Kachny se raději vracejí na lokality s tekoucí vodou. Faktor TEMPERATURE má na FREQUENCE slabě pozitivní statisticky významný efekt (.), což naznačuje, že kachny se raději vracejí zimovat na teplejší lokality. Názorně lze vidět v obrázku (Přílohy, Obrázek 6).

## 6 Diskuse

Výsledky naznačují, že dlouhodobé i krátkodobé trendy početnosti zimujících kachen divokých na jednotlivých lokalitách v ČR mají tendenci klesat na lokalitách se stojatou vodou a vzrůstat na lokalitách s tekoucí vodou. Přestože na většině zimních lokalit je trend početnosti vzrůstající, na lokální úrovni nebylo prokázáno, že by průměrný dlouhodobý trend početnosti zimujících jedinců byl v ČR signifikantně rostoucí nebo klesající. Musilová et. al. (2009) uvádí, že dlouhodobý celorepublikový trend početnosti zimujících kachen divokých v ČR vykazuje mírný nárůst, a to rovnoměrně na lokalitách s tekoucí i stojatou vodou. Rozdíl v trendu početnosti počítaném z dat pro všechny kachny divoké v rámci celé ČR a v práci neprokázaný signifikantní nárůst počítaný z dat z jednotlivých lokalit lze vidět jako zajímavý příklad tzv. Simpsonova paradoxu (Malinas & Bigelow 2012).

Vynesení frekvence proti abundanci ukázalo, že jde o pěkný příklad tzv. occupancy-abundance relationship (Gaston et al. 2000).

Vliv teploty na růst nebo pokles trendů početnosti na lokalitách byl v práci prokázán pouze pro krátkodobá data (1991-2013), konkrétně pozitivní trendy jsou spojeny s chladnějšími lokalitami. Ačkoli byly zaznamenány signifikantní změny zimních teplot v severní části evropské tahové cesty a s ní spojené změny v distribuci vodních ptáků (Lehikoinen et al. 2013), dlouhodobé lednové teploty v ČR jsou stabilní (Dušek et al. 2012). Musilová et al. (in prep.) demonstruje růst průměrného počtu druhů ptáků na lokalitu za celé sledované období 1966 – 2013, zatímco průměrný celkový počet jedinců na lokalitu nestoupl od počátku devadesátých let. To by mohlo naznačovat, že nosná kapacita některých zimních lokalit v ČR je přibližně od roku 1990 naplněna (spíše teplejší lokality se stojatou vodou), a kachna divoká tak byla nucena postupně hledat nová zimní stanoviště, a to konkrétně stanoviště chladnější, u kterých však ještě nebyla naplněna jejich nosná kapacita, a zároveň je zde patrná preference tekoucích vod, na kterých je menší pravděpodobnost zamrznutí.

Podle Musila et al. (2011) jsou lokální trendy početnosti a distribuce konkrétních zimujících ptačích druhů západní Palearktidy ponejvíce ovlivněny makropopulačními trendy v rámci celých svých tahových cest, když se ukazuje, že téměř všechny v ČR zimující ptačí druhy sledují obecné trendy západní Palearktidy.

Výsledky práce jasně ukazují, že na lokalitách se zvláštní legislativní ochranou zimuje každoročně průměrně větší počet kachen divokých než na lokalitách zvláště nechráněných, tedy kachny divoké preferují lokality, na kterých je předpokládaný menší negativní vliv lidské činnosti. Např. Kleijn et al. (2014) ukazují zřetelný nárůst počtu zimujících ptáků v lokalitách chráněných Ramsarskou úmluvou v Maroku, jen slabý pozitivní vztah mezi počtem zimujících vodních druhů ptáků a existencí chráněných území byl prokázán pro Velkou Británii (Jackson et al. 2009). Naopak Musilová et al. (in prep.) neprokázali žádný vztah mezi zvláštní legislativní ochranou lokalit a počtem zimujících druhů, počtem zimujících jedinců ani jejich trendy.

Skutečnost že na lokalitách, které se nacházejí v blízkosti dalších mokřadních stanovišť nebo v otevřené krajině, zimuje průměrně větší počet jedinců, by mohl souviset s větší nabídkou možných potravních zdrojů (kachna hledá potravu i na souši) a známými večerními kachními „tahy“ (Hudec 1983, 1996, Hudec & Šťastný 2005).

Překvapivým zjištěním je v práci neprokázaný vliv míry urbanizace lokalit na žádnou ze sledovaných proměnných. Musilová et al. (in prep.) ukazuje pozitivní vztah míry urbanizace s celkovým průměrným počtem jedinců na lokalitě, což souhlasí s faktem, že urbanizovaná stanoviště hostí větší počet jedinců s nižší biodiverzitou (Anderies et al. 2007).

Jelikož v práci zvolené charakteristiky lokalit vysvětlují jen velmi malou část variability ve zkoumaných datech, bylo by zajímavé zkoumat i vliv dalších možných faktorů. Nabízí se například možnost zkoumat výběr zimních stanovišť na základě možných rušivých vlivů lovu, jelikož kachna divoká patří mezi jeden z nejdůležitějších lovených druhů evropských ptáků, o čemž svědčí fakt, že ročně je v rámci EU, Norska a Švýcarska zastřeleno kolem 4.5 milionu jedinců

(Hirschfeld & Heyd 2005). Shrnutím přímých a nepřímých vlivů lovu na chování a distribuci vodních ptáků uvádí v rešerši Madsen & Fox (1995). Dle Madsena (1995) je aktuální distribuce plovavých ptáků ovlivněna disturbancemi během lovecké sezony, které ptáky vytlačují z některých jinak vhodných stanovišť a způsobují jejich koncentraci na jiných méně úživných stanovištích. Experiment Madsen (1998) ukázal, že zatímco populace kachny divoké v Dánsku mimo pokusné oblasti, kde byl zakázán lov, zůstávala stabilní, počty ptáků v ochranných oblastech se za pokusné období 6 let téměř zdvojnásobily, což mohlo být způsobeno redistribucí jedinců z okolních zimních stanovišť. Studie Pöysä et al. (2012) je jedním z prvních pokusů o kvantitativní analýzu vlivu lovu na dlouhodobé změny v trendech početnosti vodních ptáků (hnízdících), ale samy autoři přiznávají nedostatek relevantních dat.

## 7 Závěr

Cílem práce bylo identifikovat geografické a habitatové charakteristiky, které by vysvětlovaly současnou početnost a dlouhodobé změny početnosti kachny divoké na jednotlivých zimních lokalitách v České republice za období let 1966 – 2013. Konkrétně byl testován efekt teploty, efekt zvláštní legislativní ochrany lokality, efekt charakteru zimních lokalit, tj. zda se jedná o tekoucí nebo stojatou vodu, efekt míry urbanizace lokality a blízkosti lokality k dalším mokřadním typům stanovišť a konečně efekt otevřenosti okolní krajiny. Ukázalo se, že v práci zvolené charakteristiky lokalit vysvětlují jen velmi malou část variability ve zkoumaných datech, což naznačuje, že současná početnost a dlouhodobé změny lokální početnosti kachny divoké jsou ovlivněny jinými, v práci netestovanými faktory. Shrnutí výsledků testů zobrazuje Tabulka 7.

Tabulka 7: Závislost dlouhodobých (1966-2013) a krátkodobých (1991-2013) lokálních trendů početnosti, průměrných počtů a četnosti výskytu zimující *Anas platyrhynchos* na vybraných proměnných (faktorech). Hladiny významnosti: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

	TEMP	PROTEC TION	STEND_ WATER	CORINE URBAN	CORINE WETLAND	CORINE OPEN	Vysvětlená deviance	Rozložení chyb	Link funkce
<b>Long data</b>									
TREND			-0.017*				3.56%	Normální	Identity
MEAN	0.3*	0.65***			0.347*		10.7%	Kvasi- Poissonon	Log
FREQ	0.24*		-2.36***				55.25%	Kvazi-Binomi	Logit
<b>Sort data</b>									
TREND	-0.04**		-0,04*				5.13%	Normální	Identity
MEAN	0.28*	0.66***	-0.30.		0.45**	0.01*	11.7%	Kvasi- Poissonon	Log
FREQ	0.22.		-2.72***				51.23%	Kvazi-Binomi	Logi

V práci bylo ukázáno, že:

- na teplejších lokalitách se vyskytuje vyšší průměrný počet zimujících jedinců, tyto lokality jsou kachnou divokou také pravidelněji obsazovány.
- na chladnějších lokalitách pozitivně rostou krátkodobé trendy početnosti.
- na lokalitách se zvláštní legislativní ochranou zimuje každoročně průměrně větší počet jedinců než na lokalitách zvláště nechráněných.
- na lokalitách s tekoucí vodou zimuje průměrně větší počet jedinců, narůstají zde krátkodobé i dlouhodobé trendy početnosti a je zde vyšší pravděpodobnost výskytu kachny divoké.
- na lokalitách, které se nacházejí v blízkosti dalších mokřadních stanovišť zimuje průměrně větší počet jedinců, totéž platí i pro lokality v otevřené krajině.
- vliv míry urbanizace lokalit nebyl prokázán na žádnou ze sledovaných proměnných (trendy početnosti, průměrné počty ani četnost výskytu).

## 8 Přehled literatury a použitých zdrojů

- **ANDERIES J. M., KATTIB M., SHOLAT E. 2007:** Living in the city: Resource availability, predation, and bird population dynamics in urban area. *Journal of Theoretical Biology* 247: 36–49.
- **CAMPBELL M.O. 2008:** The impact of vegetation, river, and urban features on waterbird ecology in Glasgow, Scotland. *Journal of Coastal Research* 24(4C): 239–245.
- **CALBRADE, N. A., HOLT, C. A., AUSTIN, G. E., MELLAN, H. J., HEARN, R. D., STROUD, D. A., WOTTON, S. R. & MUSGROVE, A. J. 2010:** Waterbirds in the UK 2008/09: The Wetland bird survey.— BTO/RSPB/JNCC in association with WWT, Thetford.
- **CEPÁK J., KLVAŇA P., ŠKOPEK J., SCHROPFERL., JELÍNEK M., HOŘÁK D., FORMÁNEK J. & ZÁRYBNICKÝ J. (eds) 2008:** Atlas migrace ptáků České republiky a Slovenska. Aventinum, Praha
- **DALBY L., Söderquist P., Christensen T., Clausen P., Einarsson A., Elmberg J., Fox A. D., Holmqvist N., Langendoen T., Lehtikainen A., Lindström A., Lorentsen S., Nilsson L., Pöysä H., Rintala J., Sigfússon A. & Svenning J. 2013a:** Status of the Nordic populations of the Mallard (*Anas platyrhynchos*) in a changing world. *Ornis Fennica* 90:2–15.
- **DALBY L., FOX A. D., PETERSEN K., DELANY S. & SVENNING J. 2013b:** Temperature does not dictate the wintering distributions of European dabbling duck species. *Ibis* 155:80–88.
- **DELANY S., REYES C., HUBERT E., PIHL S., REES E., HAANSTRA L. & VAN STRIEN A. 1999:** Results from the International Waterbird Census in the Western Palearctic and Southwest Asia 1995 and 1996. Wetlands International Publication No. 54, Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- **DEBINSKI D. M. & HOLT RD 2000:** A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14: 342–355.



- **DUŠEK J., STELLER S., KOMÁREK A. 2012:** Long-term air temperature changes in Central European sedge-grass marsh. *Ecohydrology* 6: 182–190.
- **FISCHER J. & LINDEN N MAYER D. B. 2002:** Small patches can be valuable for biodiversity conservation: two case studies on birds in southeastern Australia. *Biology Conservation* 106:129–136.
- **FOUGUE C., GUILLEMAIN M., BENMERGUI M., DELACOUR G. MONDAIN-MONTVAL J. Y., SCHRICKE V. 2007:** Mute swan (*Cygnus olor*) winter distribution and numerical trends over a 16-year period (1987/1988–2002/2003) in France. *J Ornithol* 148:477–487.
- **GASTON K. J., BLACKBURN T. M., GREENWOOD R. D., QUINN R.M., LAWTON J. H. 2000:** Abundance-occupancy relationships. *Journal of Applied Ecology* 37(suppl. 1): 39–59.
- **GILISSEN N., HAANSTRA L., DELANY S., BOERE. G., HAGEMEIJER 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, TheNetherlands.
- **GUADAGNIN D. L., PETER A. S., Carvalho Perello L. F., Maltchik P. 2005:** Spatial and Temporal Patterns of Waterbird Assemblages in Fragmented Wetlands of Southern Brazil. *Waterbirds* 28(3): 261-272.
- **GOURLAY-LAROUR M. SCHRICKE V., SORIN CH., L’HOSTIS M. CAIZERGUES A. 2012:** Movements of wintering diving ducks: new insights from nasal saddled individuals. *Bird Study* 59: 266–278.
- **HEITMEIER M.E. 2006:** The importance of winter floods to mallards in the Mississippi alluvial valley. *J. Wildlife Management* 70: 101–110.
- **HUDEK K. (ed.) 1983:** Fauna ČSSR, Sv. 24. Ptáci III (2). Academia, Praha.
- **HUDEK K. (ed.) 1994:** Fauna ČR a SR. Ptáci 2. Academia, Praha.
- **HUDEK K., ŠŤASTNÝ K. (ed.) 2005:** Fauna ČR, Ptáci 2. Academia, Praha.

- **HUDEK K., MILES P., ŠŤASTNÝ K. & FLOUSEK J. 2011:** Výškové rozšíření ptáků hnízdících v České republice. *Opera Corcontica* 48: 135–206
- **HUNTLEY B., GREEN R. E., COLLINGHAM Y. C. & WILLIS S. G. 2007:** A climatic atlas of European breeding birds. Durham Univ., RSPB and Lynx Edicions Barcelona: 1–521.
- **HIRSCHVELD A. & HEYD A. 2005:** Mortality of migratory birds caused by hunting in Europe: Bag statistics and proposals for the conservation of birds and animal welfare. —*Berichte zum Vogelschutz* 42: 47–74.
- **HORNMAN M., HUSTINGS F., KOFFIJBERG K., VANWINDEN E. 2011:** Waterbirds in the Netherlands in 2008/2009. SOVON monitoring report 2011/03. — *Waterdienstrapport* No.BM10.24. Nijmegen, the Netherlands. (In Dutch with English summary)
- **CHACE J. F. & WALSH J. 2006:** Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74: 46–69.
- **CHYTIL J., HAKROVÁ P., HUDEC K., JANDOVÁ J. & PELLANTOVÁ J. (eds.) 1999:** Wetlands of the Czech Republic – inventory of wetlands in the Czech Republic. Czech Ramsar Committee, Mikulov, Czech Republic.
- **JACKSON S. F., EVANS K. L. GASTON K. J. 2009:** Statutory protected areas and avian species richness in Britain. *Biodiversity Conservation* 18: 2143–2151.
- **JONZÉN N., LINDÉN A., ERGON T., KNUDSEN E., VIK J., RUBOLINI D., PIACENTINI D., BRINCH C., SPINA F., KARLSSON L., STERWANDER M., ANDERSSON A., WALDENSTROM J., LEHIKONEN A., EDVARDBSEN E., SOLVANG R., STENSETH N. 2006:** Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. *Science* 312:1959–1961.
- **KEAR, J. 2005:** Bird Families of the World: Ducks, Geese and Swans. Oxford University Press, Oxford, UK.

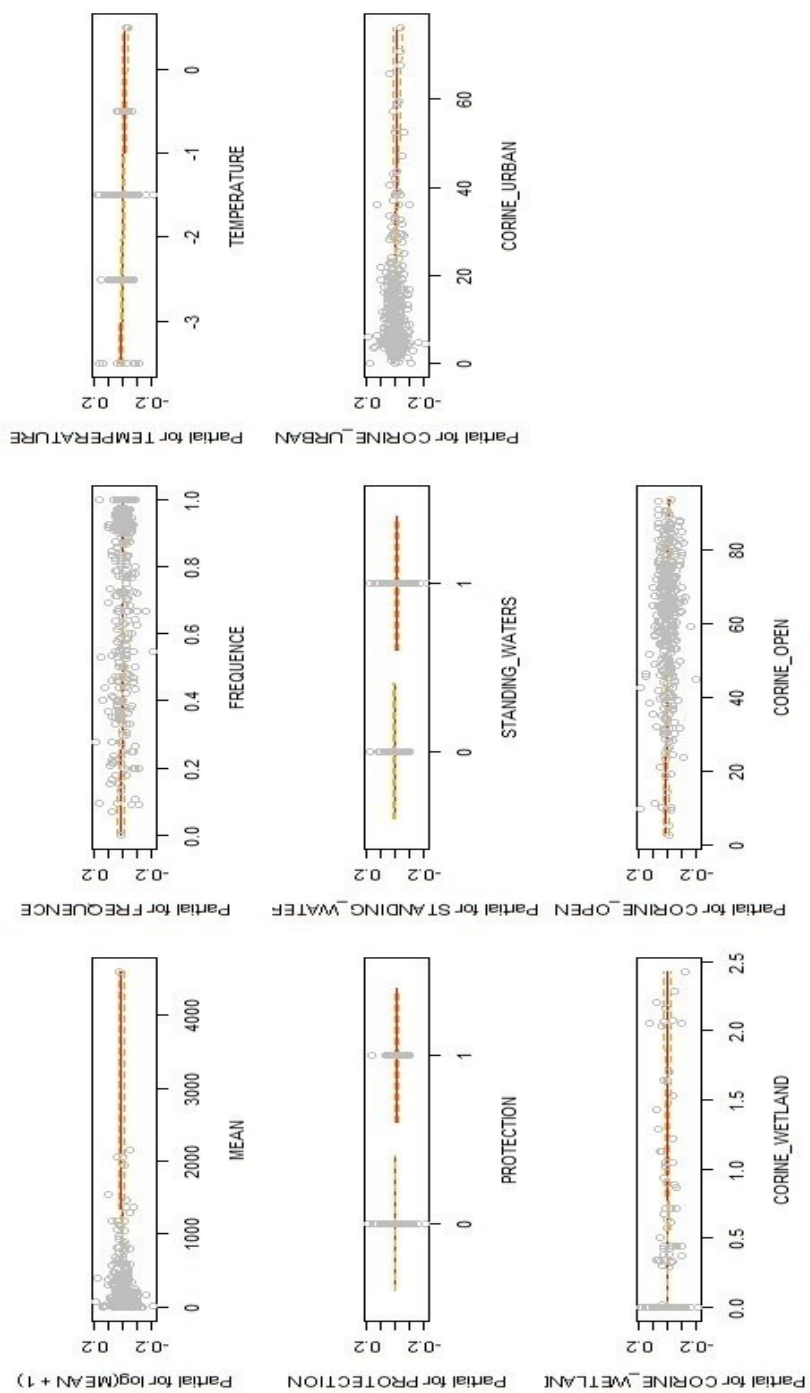
- **KLEJN D., CHERKAOUI I., GOEDHART P.W., HOUT J., LAMMERTSMA D. 2014:** Waterbirds increase more rapidly in Ramsar-designated wetlands than in unprotected areas. *J Appl Ecol* 51: 289–298.
- **LEHIKONEN A., JAATINEN K., VÄHÄTALO A. V., CLAUSEN P., CROWE O., DECEUNINCKI B., HEARN R., HOLT CH. A., HORNMAN M., KELLER V., NILSSON L., LANGENDOEN T., TOMÁNKOVÁ I., WAHL J. A FOX A. D. 2013:** Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global Change Biology* 19: 2071–2081.
- **LEHIKONEN A. & JAATINEN K. 2012:** Delayed autumn migration in northern European waterfowl. *Journal of Ornithology* 153: 563–570.
- **LEHIKONEN E., SPARKS T. H., ZALAKEVICIUS M. 2004:** Arrival and departure dates. *Adv Ecol Res* 35:1–31.
- **MA Z., LI B., ZHAO B., JING K., TANG S., CHEN J. 2004:** Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? – A case study on Chongming Island. *China Biodiversity and Conservation* 13: 333–350.
- **MACLEAN I.M.D, AUSTIN G. E., REHFISH M. M. 2008:** Climate change causes rapid changes in the distribution and site abundance of birds in winter. *Global Change Biology* 14: 2489–2500.
- **MADSEN J. 1995:** Impacts of disturbance on migratory waterfowl. *Ibis* 137: 67-74.
- **MADSEN J. 1998:** Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Test of hunting disturbance effects. *Journal of Applied Ecology* 35:398 – 417.
- **MADSEN J. & FOX A. D. 1995:** Impacts of hunting disturbance on waterbirds – a review. *Wildlife Biology* 2: 193 – 207.
- **MALINAS G. & BIGELOW J. 2012:** Simpson's Paradox: The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2012 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL:<<http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/paradoxsimpson/>> Staženo: 7. 11.2014.

- **MUSIL P. & MUSILOVÁ Z. 2011a:** Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2010 a 2011. *Aythya* 4:14 – 66.
- **MUSIL P. & MUSILOVÁ Z. 2011b:** Dlouhodobé změny početnosti zimujících vodních ptáků v České republice *Aythya* 4:67-72.
- **MUSIL P. & MUSILOVÁ Z. 2013:** Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2004 až 2013. FŽP ČZU Praha.
- **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: population size, changes in population trends and distribution. *Wildfowl. Special Issue*: 73 – 85.
- **MUSILOVÁ Z., MUSIL P., HAAS M. 2011:** Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2011. *Aythya* 4:1-12.
- **MUSILOVÁ Z., MUSIL P., ZOUHAR J., BEJČEK V., ŠŤASTNÝ K. & HUDEC K. 2014a:** Numbers of wintering waterbirds in the Czech Republic: long-term and spatial-scale approaches to assess population size, *Bird Study* 61:3: 321-331.
- **MUSILOVÁ Z., MUSIL P., ZOUHAR J., ROMPORTL D. 2014b:** Long-term site species richness and total numbers of increasing waterbirds and their site trends on the edge of the wintering area: cold-weather refuges are more important than protected areas. In prep.
- **NILSSON L. 2008:** Changes of numbers and distribution of wintering waterfowl in Sweden during forty years, 1967–2006. *Ornis Svecica*
- **NUMMI P., PAASIVAARA A., SUHONEN S., PÖYSÄ H. 2013:** Wetland use by brood-rearing female ducks in a boreal forest landscape: the importance of food and habitat. *Ibis* 155: 68–79.
- **PASINELLI G., MAYER CH., GOUSKOV A., SCHIEGG K. 2008:** Small and large wetland fragments are equally suited breeding sites for a ground-nesting passerine *Oecologia* 156:703–714.

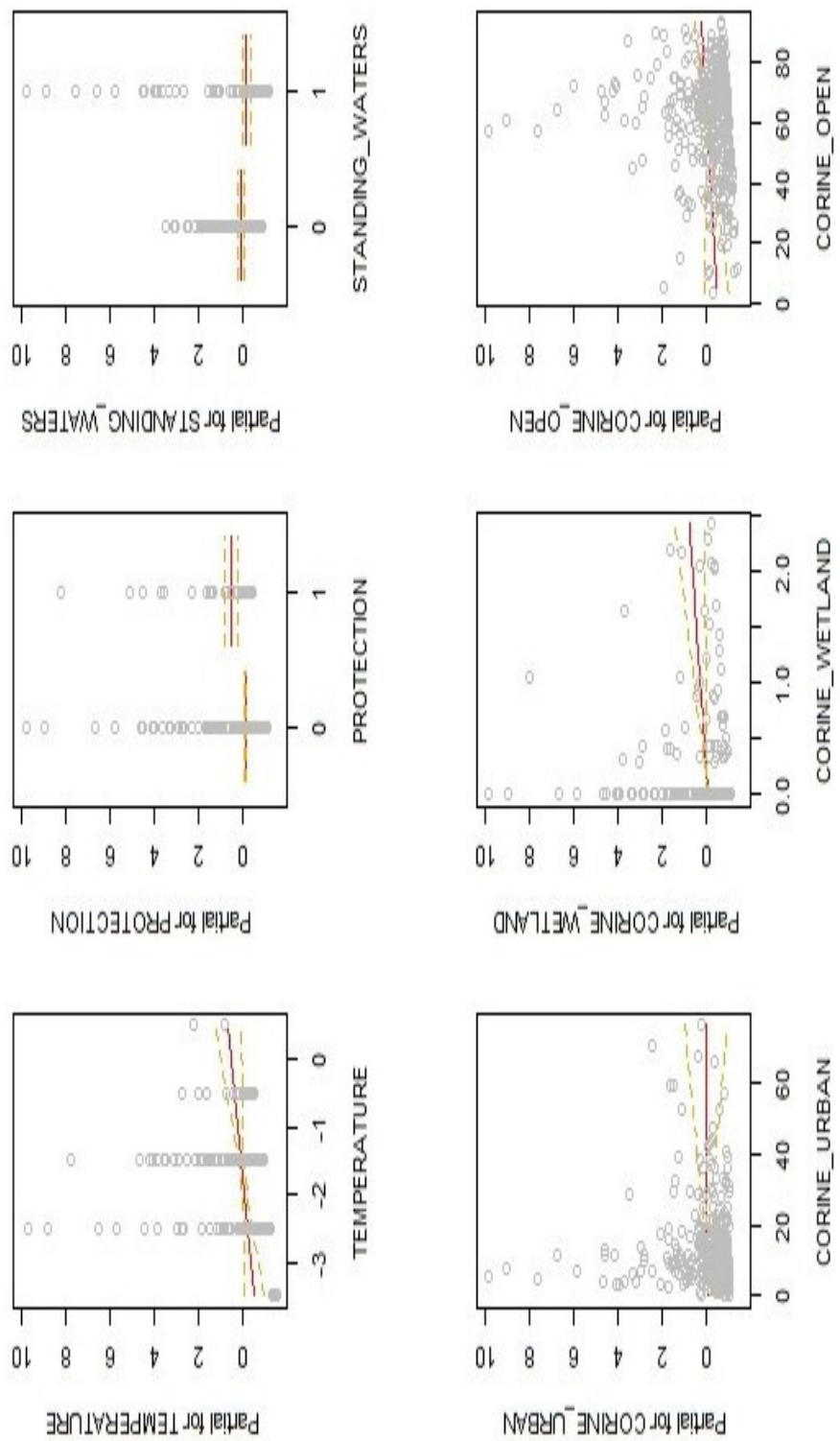
- **PANNEKOEK J. & van STRIEN A. 2009:** TRIM 3 Manual (Trends & Indices for Monitoring Data). Project no. 100384. Statistics Netherlands, Voorburg.
- **PÖYSÄ H., RINTALA J., LEHIKONEN A., VÄISÄNEN R. A. 2012:**The importance of hunting pressure, habitat preference and life history for population trends of breeding waterbirds in Finland. *European Journal of Wildlife Research* 3:265-292.
- **REIF J. & FLOSEK J. 2012:** The role of species ecological traits in climatically driven altitudinal range shifts of central European birds. *Oikos* 121: 1053–1060.
- **RAINIO K., LAAKSONEN T., AHOLA M., VÄTÄLO A. V., LEHIKONEN E. 2006.** Climatic responses in spring migration of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *Journal of Avian Biology* 37: 507 -515.
- **RIDGILL S.C. & FOX A.D. 1990.** Cold Weather Movements of Waterfowl in Western Europe. IWRB Special. Publ. No.13, International Waterfowl & Wetlands Research Bureau, Slimbridge, UK.
- **SAUTER A., Körner-Nievergelt, F. & Jenni, L. 2010:** Evidence of climate change effects on within-winter movements of European Mallards *Anas platyrhynchos*. *Ibis* 152: 600–609.
- **SEBASTIÁN-GONZÁLES E., SANCHÉZ-ZAPATA J. A., BOTELLA F. 2010:** Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *Eur J Wildl Res* 56:11–20.
- **SCOTT D. A. & ROSE P. M. 1996:** Atlas of Anatidae Populations in Africa and Western Euroasia. Wetlands International Publication No 41, Wetland International, Wageningen, TheNetherlands.
- **SCHUMMER M.L., KAMINSKI R.M., RAEDEKE A.H. & GRABER D.A. 2010:** Weather-related indices of autumn-winter Dabbling Duck abundance in Middle North America. *J. Wildl. Manage.* 74: 94–101.

- **SNOW D. W. & PERRINS C. M. (EDS.) 1998:** The Birds of Western Palearctic. Concise Edition vol. 2, Non-Passerines. Oxford University Press, New York.
- **ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. & HUDEC K. 1996:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 1985–1989. HaH Jinonice: 1–460.
- **ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V. & HUDEC K. 2006:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum Praha: 1–464.
- **TOLASZ R. et al. 2007:** Climate Atlas of Czechia. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 255 p ISBN 9788086690261 (ČHMU). ISBN 9788024416267 (UP).
  
- **BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004:** Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK (BirdLife Conservation Series No. 12).
- **EEA REPORT 2006:** Land Accounts for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting. European Environment Agency. No. 11. ISSN 1725-9177.
- **WETLANDS INTERNATIONAL 2006:** Waterbird Population estimates – Fourth Edition. Wetland International Wageningen. The Netherlands.
- **WETLANDS INTERNATIONAL 2014:** Waterbird Population estimates. URL <http://wpe.wetlands.org>. Staženo: 10. 11. 2014.
- **Statistics Netherlands 2014:** URL <http://www.cbs.nl>. Staženo: 20. 9. 2014
- **European Bird Census Council 2011:** URL <http://www.ebcc.info>. Staženo: 10. 11. 2014.
- **R Development Core Team 2014.** R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. URL <http://www.R-project.com/>

## 9 Přílohy

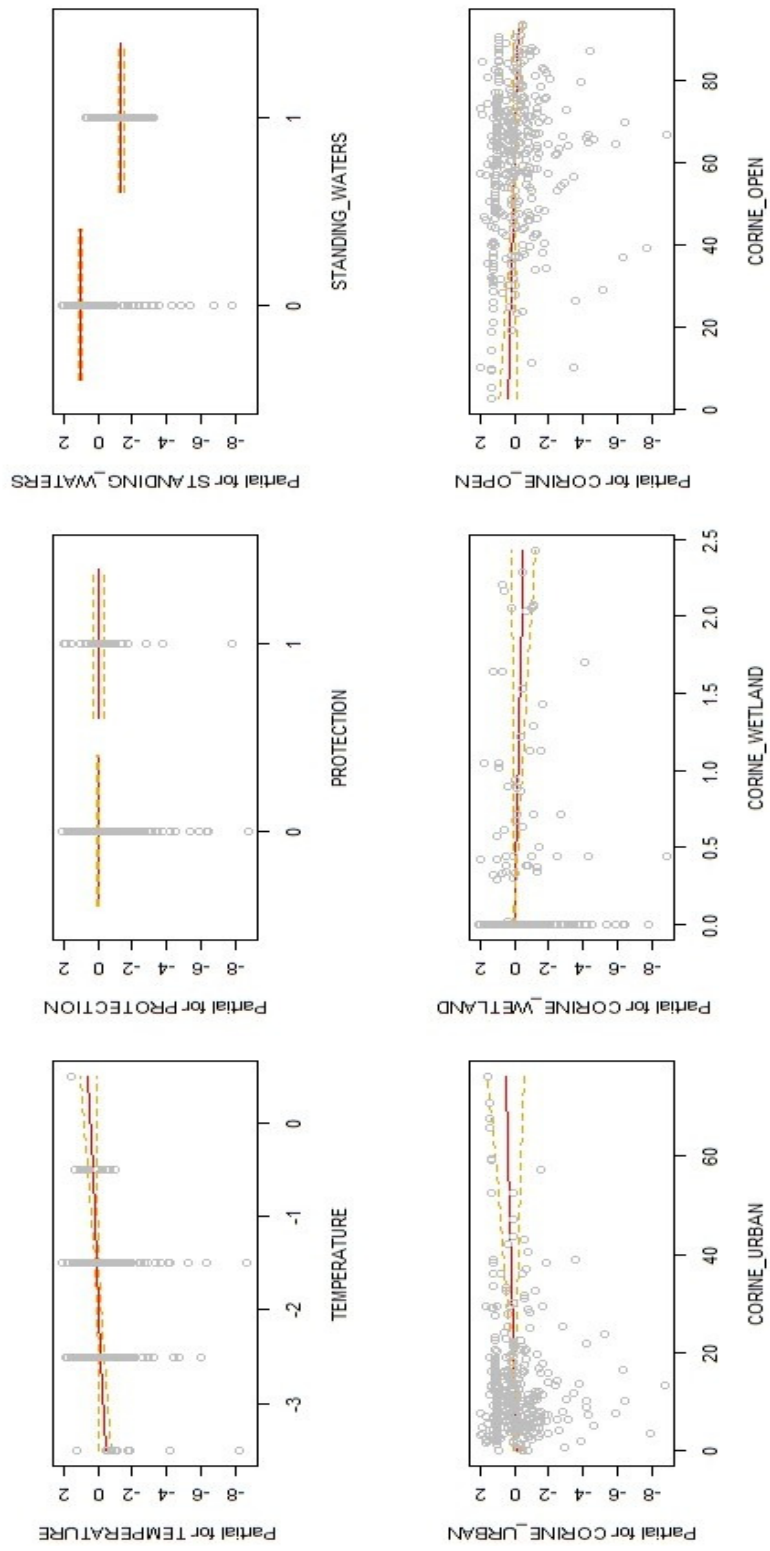


Obrázek 1: GLM residuály pro TREND (1966-2013).

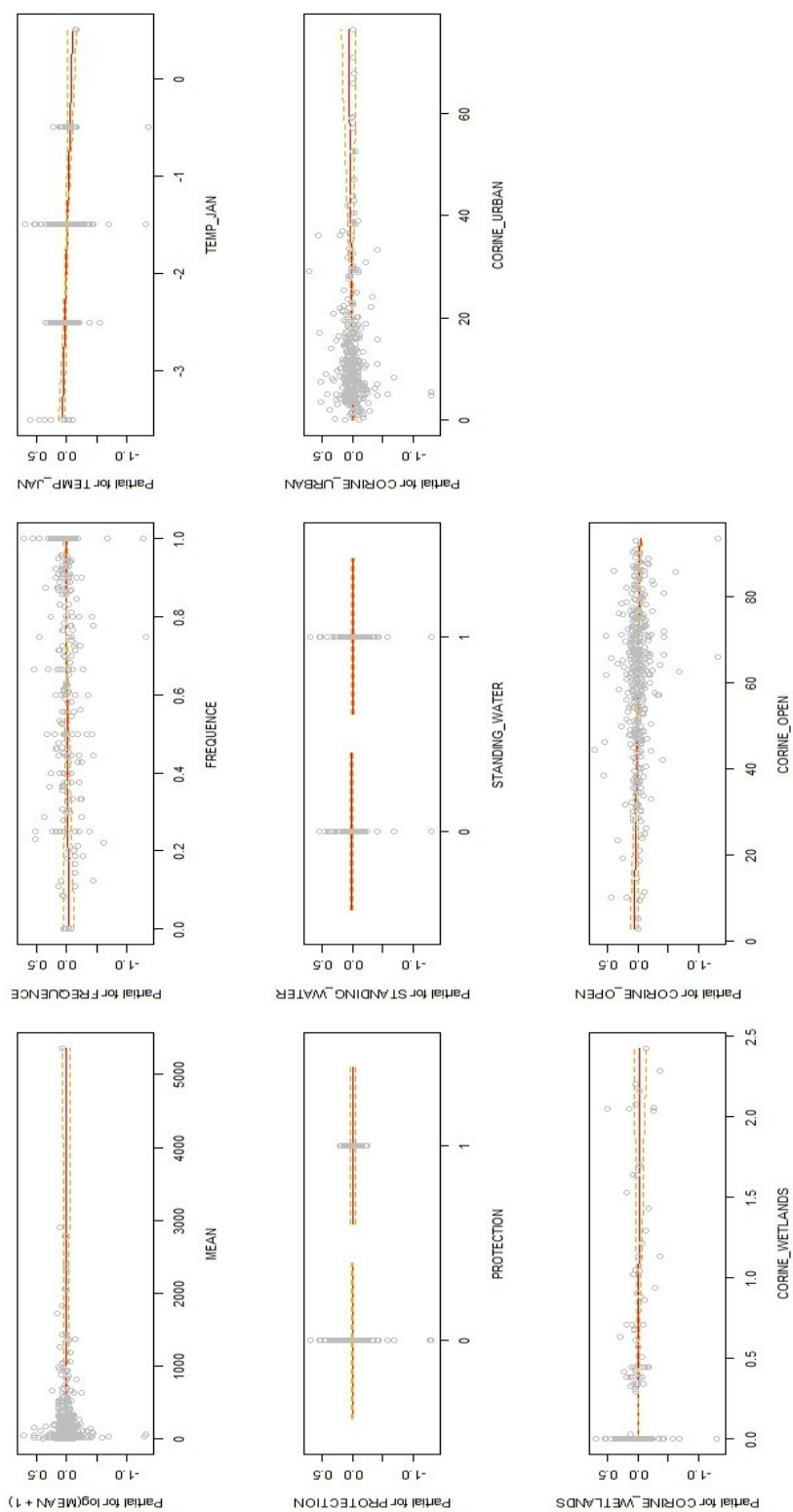


Obrázek 2: GLM residuály pro MEAN (1966 – 2013).

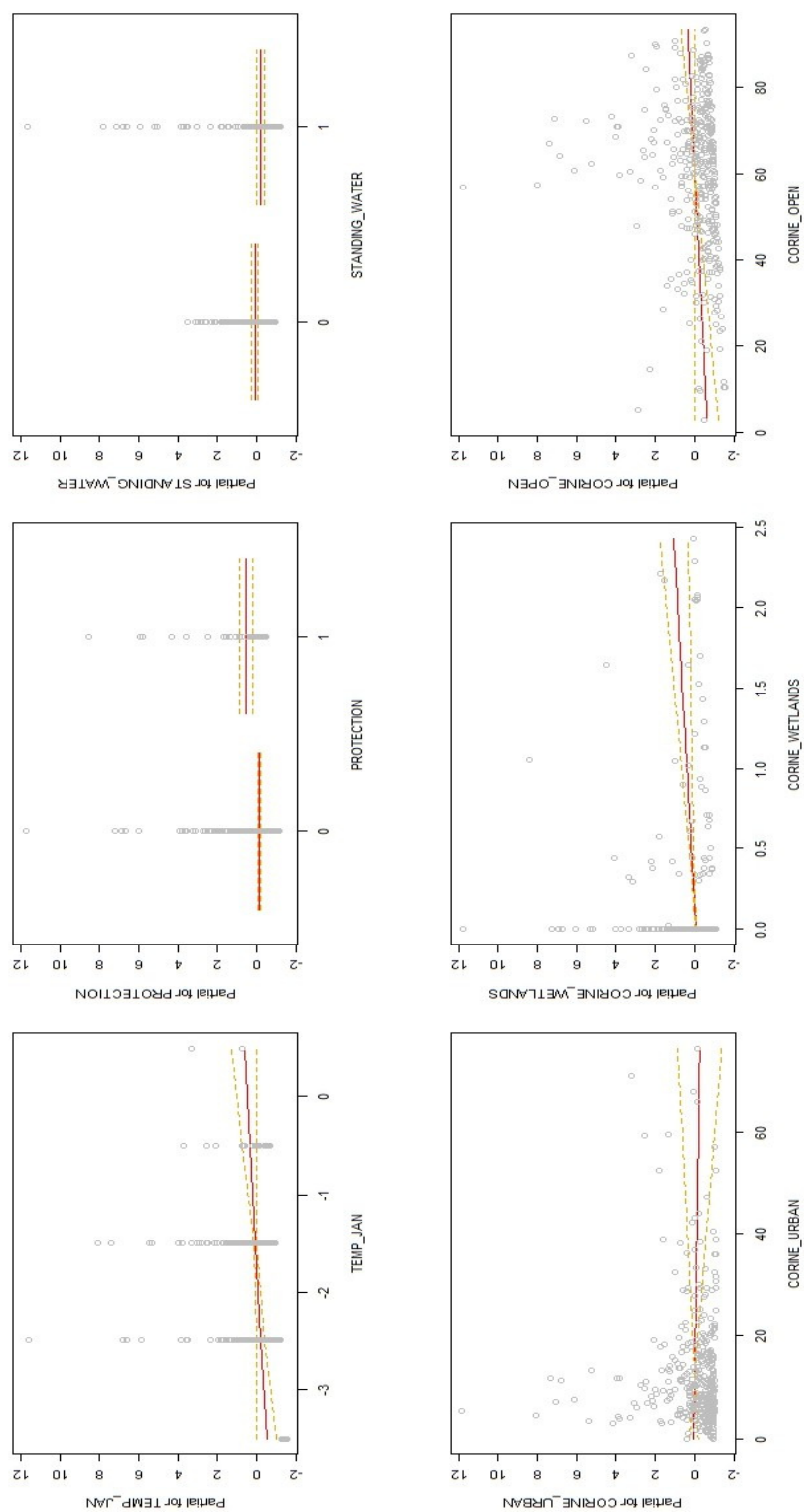




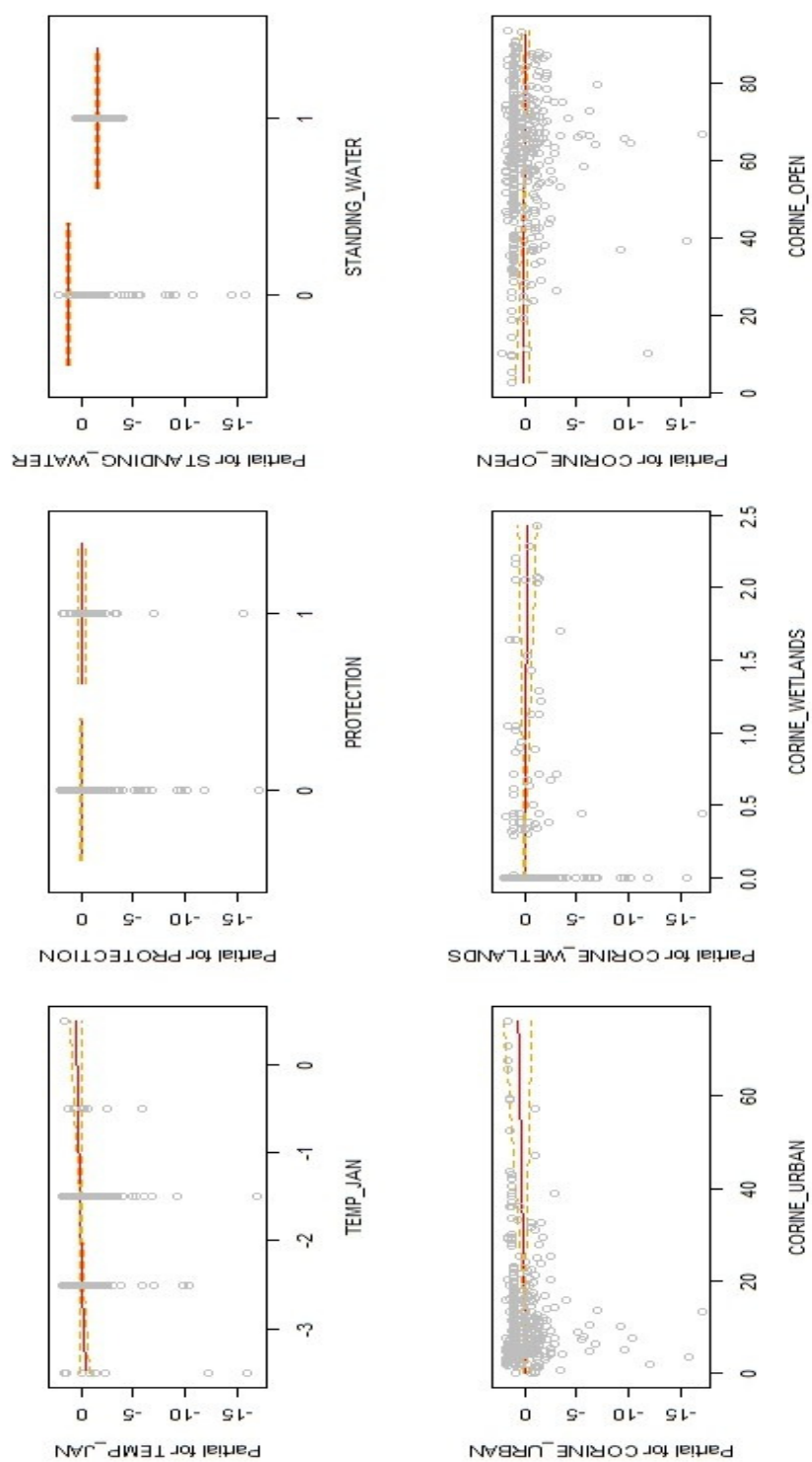
Obrázek 3: GLM residuály pro FREQUENCE (1966-2013).



Obrázek 4: GLM residuály pro TREND (1991 – 2013).



Obrázek 5: GLM residuály pro MEAN (1991 – 2013).



Obrázek 6: GLM residuály pro FREQUENCE (1991- 2013).