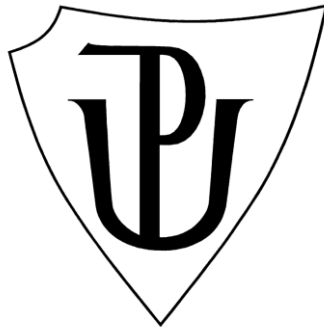


**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

**KATEDRA ZOOLOGIE A ORNITOLOGICKÁ LABORATOŘ**



**POPULAČNÍ DYNAMIKA ZIMUJÍCÍ POPULACE KÁNĚ LESNÍ V ČESKÉ  
REPUBLICCE**

**Diplomová práce**

**Petra Merglová**

**Biologie N1501, Zoologie**

**Prezenční studium**

**Vedoucí práce: Mgr. Peter Adamík, Ph.D.**

**Olomouc 2018**



**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Petera Adamíka, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 27.4.2018

.....

Podpis

**Poděkování:**

Mé poděkování patří vedoucímu práce Mgr. Peteru Adamíkovi, Ph.D. za trpělivost, věnovaný čas, cenné připomínky a za pomoc se statickými analýzami. Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Pavlu Řepovi za poskytnutí dat o početnosti káně lesní, dobrovolníkům sčítající káně a Prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. za poskytnutí dat o početnostech hraboše polního. Také děkuji rodině podporu během studia. Tato práce byla podpořena v rámci projektu IGA na PřF, projekt č. IGA\_PrF\_2018\_016.

## **Bibliografická identifikace**

**Autor:** Petra Merglová

**Název práce:** Populační dynamika zimující populace káně lesní v České republice

**Typ práce:** Diplomová

**Pracoviště:** Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

**Vedoucí práce:** Mgr. Peter Adamík, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2018

### **Abstrakt:**

Populace všech druhů organismů vykazují určitou dynamiku. Početnost populací může fluktuovat nepravidelně, nebo se mění pravidelně v určitých časových intervalech. Populační dynamika je také ovlivňována exogenními a endogenními faktory. Některé druhy mohou svoji dynamikou ovlivňovat populace jiných druhů. Tento jev je pozorovaný především ve vztahu kořist – predátor. Na měnící se abundanci kořisti reagují predátoři buď funkční, nebo numerickou odpovědí.

Výskyt káně lesní (*Buteo buteo*) je ovlivněn především abundancí kořisti, klimatickými podmínkami a typem biotopu. Ve své práci jsem vyhodnotila změny početnosti káně v mimohnízdni době na základě dlouhodobého programu sčítání na pětikilometrových transektech v České republice mezi lety 1987–2013. Dále jsem se zabývala vlivem abundance hrabošů a klimatických faktorů na výskyt a početnost zimující populace kání. Počty jedinců se mezi jednotlivými transekty výrazně lišily. Ze zrekonstruovaných časových řad nebyl patrný trend pro listopadové a březnové termíny sčítání kánat, ale v lednu je patrný statisticky průkazný dlouhodobý pokles početnosti. Dále na celorepublikové úrovni byl zjištěn pozitivní vztah mezi abundancí hrabošů a početností kání. Z klimatických faktorů nejvyšší vliv na abundanci kání vykazovala průměrná teplota v období prosinec – únor.

**Klíčová slova:** káně lesní, populační dynamika, klimatické podmínky

**Počet stran:** 34

**Počet příloh:** 0

**Jazyk:** Český

## **Bibliographical Identification**

**Author:** Petra Merglová

**Title:** Population dynamics of the overwintering population of Common Buzzard in the Czech Republic

**Type of thesis:** Diploma thesis

**Department:** Department of Zoology and Laboratory of Ornithology, Faculty of Science, Palacky University, Olomouc, Czech Republic

**Supervisor:** Mgr. Peter Adamík, Ph.D.

**The presentation year:** 2018

### **Abstract:**

Populations of all species show some type of dynamics. Abundance of populations can fluctuate irregularly or change regularly at specific time intervals. Population dynamics is also influenced by exogenous and endogenous factors. Some species can influence other species by their population dynamics. This phenomenon is observed mainly in predator–prey relationships. Predators respond functionally or numerically to changing prey abundance.

Occurrence of the Common Buzzard (*Buteo buteo*) is mainly influenced by abundance of prey, climatic conditions and type of habitat. In my thesis I evaluated the changes in numbers of Common Buzzards during the nonbreeding season based on a long – term census program on five – kilometre transects in the Czech Republic, during 1987 – 2013. In addition, I evaluated the influence of Common Vole abundance and climatic factors on occurrence and number of wintering population of buzzards. Buzzard numbers significantly varied between transects. From reconstructed time series, there was no significant trend for November and March date of census, but there is a statistically significant long–term decline of buzzard abundance per transect in January. At the national level a positive relationship between the abundance of voles and the abundance of buzzards was found. Among climatic factors, the average temperature during December – February showed the greatest influence on the abundance of buzzards.

**Keywords:** Common Buzzard, population, dynamics, climatic conditions

**Number of pages:** 34

**Number of appendices:** 0

**Language:** Czech

## OBSAH:

1. Úvod .....	1
1.1 Dynamika populací .....	1
1.2 Populace káně lesní .....	3
2. Cíle práce .....	6
3. Materiály a metody .....	7
3.1 Zpracování a analýza dat .....	7
4. Výsledky .....	10
4.1 Dynamika zimující populace káně .....	10
4.2 Vliv početnosti hraboše na početnost kání .....	12
4.3 Vliv klimatických podmínek na početnost kání .....	14
5. Diskuze .....	21
5.1 Populační trend káně .....	21
5.2 Vliv početnosti hrabošů na populaci káně .....	23
5.3 Vliv klimatických faktorů na početnost kání .....	25
6. Literatura .....	27

# 1. Úvod

## 1.1 Dynamika populací

Dynamiku populací chápeme jako krátkodobé či dlouhodobé kolísání hustoty nebo změny vnitřní struktury populací. Určitý typ dynamiky je přítomen u všech populací organismů a často je provázán s životní strategií druhu. Populace krátce žijících druhů, tzv. r-stratégů, vykazují velkou variabilitu mezi roky (Fairweather 1988). R-stratégové se vyznačují krátkými generačními cykly, rychlým střídáním generací a vysokou plodností. Jejich početnost rychle roste, často jsou vystaveni predačnímu tlaku a proto svoji početností mohou ovlivňovat také početnost svých predátorů. Příkladem takových druhů může být hraboš polní (*Microtus arvalis*), bělásek řepkový (*Pieris napi*) nebo šedokřídlec vrbový (*Epirrita autumnata*). Větší variabilita populací byla také zdokumentována u druhů, které se vyskytují na velkém území (Fairweather 1988). Naopak K-stratégové jsou dlouhověcí, mají dlouhé generační cykly a málo potomků. Takové druhy mají menší populační variabilitu. Příkladem jsou dravci, šelmy či velcí kopytníci.

Populační dynamika je ovlivňována vnějšími i vnitřními faktory. Mezi vnější faktory patří proměnlivost počasí nebo početnost přirozených nepřátel. Tyto faktory jsou nezávislé na hustotě populace. Exogenní faktory mohou způsobovat náhodné disturbance (např. povodeň), kdy je populace dočasně vychýlena ze stabilního stavu. Nebo tyto faktory mohou mít vlastní dynamiku a tím ovlivňovat také dynamiku druhu. Příkladem jsou různé druhy klimatických oscilací jako např. NAO (Stenseth et al. 2003, Tkadlec 2013). Endogenní faktory jsou závislé na hustotě populace, kdy je síla účinku daného faktoru ovlivňována početností populace (např. natalita, mortalita, populační růst, konkurence).

Ke změnám populační hustoty druhů dochází buď pravidelně, nebo nepravidelně. Nepravidelné změny populační hustoty se označují jako fluktuace a jsou způsobovány především náhodnými disturbancemi. Po skončení negativního vlivu disturbance se populace vrací do původního stabilního stavu. Pokud se fluktuace vyskytují pravidelně, označují se jako populační cykly (Krebs 1996). Nejznámějším příkladem savce s cyklickou populační dynamikou je rys kanadský (*Lynx canadensis*), u něhož se cykly opakují pravidelně každých 9 až 11 let (Ranta et al. 1997). Jako zástupce z třídy ptáků



mohu uvést jeřábka lesního (*Bonasia bonasia*) a tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*). Tyto druhy vykazují cykly každých 6 let (Lindström et al. 1996). U drobných hlodavců jsou cykly kratší. U hraboše polního trvá cyklus přibližně 3 roky, u lumíka grónského (*Dicrostonyx groenlandicus*) 3 až 5 let (Predavec et al. 2001). Cyklická dynamika je pozorována především u druhů na severní polokouli (Kendall et al. 1998). V současné době je však pozorováno postupné vytrácení cyklů a to hlavně u malých herbivorů (Cornulier et al. 2013, Gouveia et al. 2015).

Druhy často svojí populační dynamikou ovlivňují také dynamiku jiných druhů. Nejčastěji je tento jev pozorován ve vztahu kořisti – predátor, kdy abundance kořisti má vliv na abundanci predátora. Predátoři vykazují dva typy odpovědi na změnu početnosti kořisti: a) funkční a b) numerickou odpověď.

Funkční odpověď na změnu početnosti kořisti je na úrovni jedinců. Vypovídá o změně míry konzumace v závislosti na abundanci kořisti. Vyjadřuje se jako počet zkonsumované kořisti za jednotku času. Tento typ odpovědi také zahrnuje přeorientování predátora na jiný typ kořisti (Francksen et al. 2017). Angelstam et al. (1985) tento jev nazvali jako hypotézu alternativní kořisti. Podle ní, pokud není preferovaná kořist dostupná, predátoři začnou lovit alternativní, početnější kořist. Hraboši vykazují populační cykly každé tři roky. Během let s vysokou početností jsou právě hraboši hlavní kořistí káně. V letech s nedostatkem hrabošů dravci využívají alternativní kořist, kterou jsou zajáci a ptáci (Reif et al. 2001, Francksen et al. 2017).

Numerická odpověď představuje zvýšení početnosti predátora jako odpověď na růst populace kořisti. Tento typ odpovědi se odehrává na úrovni populace. Numerická odpověď predátora může být dvojího typu, a to okamžitá nebo opožděná. Okamžitá odpověď, označována jako agregáčnická odpověď, spočívá ve schopnosti mobilních predátorů sledovat lokální denzitu kořisti a soustřeďovat se do míst s nejvyšší početností kořisti (Tóth 2014). Nejvíce mobilní jsou organismy se schopností letu (dravci, sovy, blanokřídlý hmyz apod.). Hlavní kořistí dravců, jako je např. poštolka (*Falco tinnunculus*), kalous pustovka (*Asio flammeus*) nebo sýc rousný (*Aegolius funereus*), jsou hraboši. Pokud dojde na určitém území ke zvýšení početnosti hrabošů, dravci se začnou na dané místo stahovat. S následným poklesem abundance kořisti dravci opouští dané území (Korpimäki a Norrdahl 1991, Norrdahl a Korpimäki 1996).

Druhý typ odpovědi je způsoben reprodukcí predátorů, kdy se zvýšení početnosti predátora projeví až po uplynutí určité doby. Proto je tato odpověď na změnu početnosti kořisti opožděná (Panek 2016). Nejčastěji je opožděná numerická odpověď popisována

u savců (O'Donoghue et al. 1997, Angerbjörn et al. 1999), ale byla také zjištěna například u jestřába lesního (*Accipiter gentilis*) nebo raroha loveckého (*Falco rusticolus*) (Nielsen 1999, Tornberg et al. 2005). Savčí predátoři vykazují zpoždění okolo 1 roku. Podzimní abundance lasice kolčavy (*Mustela nivalis*) vykazovala zpoždění 1 rok oproti početnosti hraboše (Korpomäki et al. 1991). Dynamika rysa kanadského je zpožděna dokonce až o 2 roky za dynamikou zajíce měnivého (*Lepus americanus*) (Krebs et al. 2013). Dravci nevykazují zpožděnou odpověď změnou míry reprodukce na zvýšení abundance kořisti. Pokud se zvýší množství kořisti, pak je lepší přežívání mláďat a zvyšuje se hnízdní úspěšnost dravců. Pavlůvčík et al. (2015) sledovali, z hlediska ročního počtu mláďat, numerickou odpověď sovy pálené (*Tyto alba*) na rostoucí početnost hrabošů. Se zvyšující se abundancí hrabošů rostl počet mláďat lineárně bez časového zpoždění.

Důležitou součástí populační dynamiky je synchronní kolísání abundance populací. Tento všudypřítomný jev označuje shodné změny v abundanci mezi geograficky oddělenými populacemi druhu (Liebhold et al. 2004a). Synchronnost zpravidla klesá se vzrůstající vzdáleností mezi populacemi.

## 1.2 Populace káně lesní

Káně lesní (*Buteo buteo*), patřící do čeledi jestřábovití (*Accipitridae*), je jedním z nejběžnějších dravců nejen v České republice, ale i v celé Evropě (Reif et al. 2013, European Bird Census Council 2018). Poddruhy káně lesní zasahují až do Asie a Afriky (Yosef et al. 2002). Severní hranice rozšíření druhu je v jižní části Finska (Lehikoinen et al. 2009). Hnízdní areál se rozkládá v lesním a lesostepním pásu Eurasie. Populace ze severní Evropy jsou tažné a pravidelně migrují na zimoviště, která se vyskytují v jižnějších částech Evropy. V některých případech táhnou káně až do rovníkové Afriky. Migraci kání se zabývalo několik studií. Evropské populace jsou tažné, potulné (v případě že se od svých hnízdišť vzdalují na krátké vzdálenosti) nebo jsou stálé a zimují na hnízdišti – zejména populace vyskytující se na ostrovech (Martin et al. 2014). Vzdálenost, na kterou jedinci migrují, záleží nejen na klimatických podmínkách, ale také na stáří migrujících jedinců. Mladí nedospělí jedinci často migrují na delší vzdálenost než dospělci (Martin et al. 2014, Holte et al. 2017). V posledních letech se však migrační vzdálenost v důsledku změny klimatu zkracuje (Martin et al. 2014). Podzimní migrace

vrcholí v říjnu, nedospělí jedinci však už od srpna podnikají potulné lety různými směry od hnízdiště.

V České republice je zimní populace kání ovlivněna migrací jedinců. Naše populace jsou částečně tažné, to znamená, že část jedinců zůstává přes zimu na hnízdišti a část migruje na zimoviště, která jsou v jižním Německu, Švýcarsku a Rakousku (Cepák et al. 2008). Naopak na podzim do České republiky přilétají populace kání z Polska, Skandinávie a Pobaltí. Jarní migrace zpět na hnízdiště je zahájena začátkem března a končí kolem poloviny dubna. Tato migrace je mnohem rychlejší než podzimní (Strandberg et al. 2009). Káně jsou během hnízdění silně teritoriální. Proto na dobu trvání jarní migrace má nejspíše vliv snaha dospělců obsadit nejlepší teritorium, případně teritorium z předešlého roku a bránit jej před ostatními páry (Graham et al. 1995, Mebs 2002).

Káně mají schopnost přizpůsobit se různým změnám prostředí a také odlišným způsobům získávání potravy. Výskyt kání je, nejen v zimě, ovlivněn zejména dostupností a abundancí kořisti, habitatem a klimatickými podmínkami (Ševčík 1981, Reif et al. 2004, Baltag et al. 2013, Nemček 2013, Panek 2016, Francksen et al. 2017).

Hlavní kořistí kání ve většině Evropy, tedy i v České republice, je hraboš polní, který vykazuje populační cykly o délce 2 – 4 roky. V průběhu roku se složení potravy kání mění. V potravě však po celý rok dominuje hraboš, jeho podíl v potravě kolísá mezi 32 – 71 % (Hudec a Šťastný 2005). Na některých územích však není hraboš tak hojný, proto káně využívají jako hlavní kořist například zajícovce (*Lagomorpha*), kdy loví zejména jejich mláďata (Sim et al. 2000, Rooney a Montgomery 2013, Francksen et al. 2016). Na místech s velmi nízkým výskytem hrabošů, například v Británii nebo Irsku, může být podíl zajícovců v potravě až kolem 50 % (Sim et al. 2001, Roney a Montgomery 2013). Nejčastější způsob lovu je nálet na kořist na zemi z vyhlídkového místa. Vzácněji káně loví za nízkého letu, který se občas střídá s třepotavým letem. Občas můžeme pozorovat kání lovit při chůzi nebo pobíhání (Mebs 2002, Wuczyński 2005). V letech s vrcholnou abundancí hlavní kořisti se káně zaměřují na lov právě této kořisti. Nicméně v letech, kdy jejich hlavní kořist je méně početná, se musí spíše zaměřit na lov alternativní kořisti. Alternativní kořistí kání jsou především ptáci, drobní savci, někdy obojživelníci, plazi a dokonce i hmyz (Voříšek et al. 1997, Reif et al. 2001). Složení potravy se mezi obdobími liší v závislosti na energetických potřebách. V zimě je hlavní kořist méně dostupná, neboť se hraboši schovávají pod sněhem. Proto se káně během zimy častěji

stahují kolem silnic, kde jako potravu využívají zraněnou či mrtvou kořist v důsledku srážky s dopravními prostředky (Wuczyński 2003, Wikar et al. 2008).

Nemalý vliv na výskyt určitého druhu má také biotop a jeho vlastnosti. Káně lesní preferuje pro hnízdění lesy, ale příležitostně staví hnízdo i na stromech v otevřené polní krajině (Mebs 2002). V Rumunsku využívá pro stavbu hnízd nejčastěji duby, buky a lípy (Baltag et al. 2017). V severní a střední Evropě však převládají lesy tvořené hlavně jehličnany, a proto najdeme hnízdo nejčastěji na borovici či smrku. Káně jsou během hnízdění silně teritoriální. Ve svém teritoriu mají více hnízd, která mezi lety při hnízdění střídají (Mebs 2002, Baltag et al. 2017). Během hnízdní sezóny káně využívají prostředí s velkou početností potravy a její snadnou dostupností. Tyto podmínky splňují pravidelně sečené louky a pole s nízkou vegetací, kdy je kořist lehce zpozorována. V zimním období káně stále preferovaly k lovu louky a pastviny (Voříšek 1980, Wikar et al. 2008, Baltag et al. 2013). Z polí káně využívaly nejvíce ta, která byla oseta vojtěškou, méně lovily na polích s ostatními plodinami (Nemček et al. 2013). To může být způsobeno tím, že na polích s ozimou nemá kořist tolik potravy, a proto se na těchto místech vyskytuje v menším množství. Intenzifikace zemědělství zapříčiňuje ztrátu vhodného biotopu kání, neboť dochází ke snižování abundance a dostupnosti kořisti, ale také se snižuje množství stromů, které dravci využívají k úkrytu před nepříznivým počasím nebo k odpočinku (Butet et al. 2010).

V neposlední řadě jsou káně ovlivňovány také klimatickými podmínkami. Většina jedinců migruje na zimoviště, kde jsou lepší podmínky pro přežití zimy. Jejich počty na lokalitách během zimního období fluktuují v závislosti na teplotních podmínkách prostředí. Během mírné zimy jsou jedinci velice rozptýlení, takže se může jevit, že početnost populace je malá. Při výrazném poklesu teplot a zvýšení sněhové pokrývky dochází ke shlukování ptáků do skupin, případně k migraci dalších jedinců do jižnějších míst (Wuczyński 2003, Baltag et al. 2013). Klimatické podmínky také mohou ovlivňovat hnízdění a hnízdní úspěšnost kání. V Norsku jarní sněhová pokrývky ovlivňuje průměrnou velikost snůšky a přežívání mlád'at (Selås 2001). Velká sněhová pokrývky snižuje dostupnost kořisti, proto dospělci nejsou schopni uživit větší množství mlád'at. Negativní vliv má také velké množství srážek, neboť zvyšují riziko hypotermie a úmrtí mlád'at (Lehikoinen et al. 2009).

## 2. Cíle práce

Cílem mé diplomové práce je popsat změny v dynamice početnosti zimující populace káně lesní v České republice během let 1987 – 2013. Následně bude analyzován vliv hraboše polního na početnost kání ve vybraných regionech České republiky v letech 2000 – 2013. Současně bude také zjišťován vliv klimatických charakteristik na početnost kání.

## 3. Materiály a metody

### 3.1 Zpracování a analýza dat

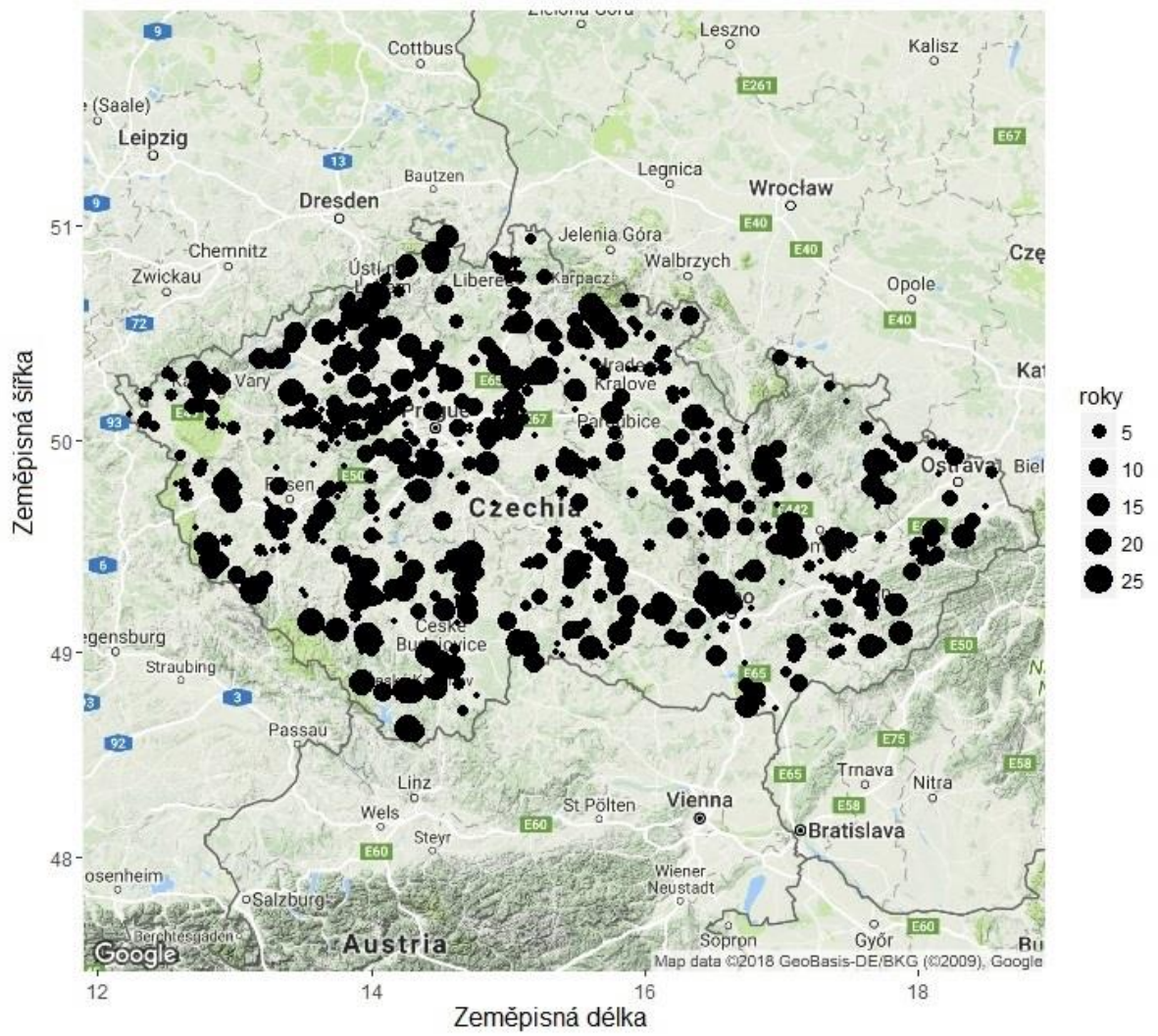
Pro analýzu dynamiky káně v České republice jsem použila data o výskytu jedinců káně lesní, které poskytl koordinátor sčítání RNDr. Pavel Řepa z Muzea v Tachově. Na území České republiky je prováděno sčítání káně v zimním období od roku 1984. V této práci pracuji s daty v rozmezí let 1987 až 2013. K dispozici jsem neměla data z roku 1989 a před rokem 1987 byly také v datech mezery. Pro sčítání byla použita tzv. transektová metoda. Káně byly sčítány dobrovolníky, kteří si zvolili transekt dlouhý 5 km o libovolné šířce. Dobrovolníci sčítali jedince na jimi zvoleném transektu 3x ročně (v polovině listopadu, ledna a března). Je tak zachycena početnost kání před zimou i počet zimujících a hnízdících kání (Řepa 2002).

Ze získaného datového souboru jsem vyřadila lokality, na kterých proběhlo pouze 1 sčítání kání za sledované období. Lokality použité pro analýzu jsou zobrazeny na obr. 1. Výsledný soubor obsahuje 810 časových řad o průměrné délce  $6,1 \pm 5,0$  SD let na transekt. Před odstraněním byla průměrná délka  $4,3 \pm 4,7$  let. Pro vyhodnocení změn a trendů v početnosti kání na transekt pro celou ČR jsem musela nejprve vhodně zrekonstruovat časové řady. Prosté průměry ročních hodnot ze všech transektů v daném sčítacím termínu mohou být velice zavádějící, neboť dávají stejnou váhu lokalitám s různou délkou sčítání a nezohledňují i prostorové uspořádání sčítacích linií. Z tohoto důvodu jsem pro získání ročních hodnot počtů kání na transekt použila lineární smíšené modely (LMM). Pro každý ze tří sčítacích termínů (listopad, leden a březen) byl použit samostatný model. Jako závislou proměnou jsem brala zlogaritmované hodnoty sčítaných kání na transekt ( $\log + 1$ ). Jako pevné efekty jsem brala nadmořskou výšku a rok. Lokalita – byla zadána jako náhodný efekt (proto vyloučení lokalit s  $n = 1$  záznamem). Dle potřeby byl rok zadán buď jako faktor nebo kontinuální proměnná. V případě kontinuální proměnné roku jsem získala přímo odhad trendu za období 1987 – 2013. V případě roku jako kategoriální proměnné jsem získala predikované hodnoty pro každý rok. Tyto predikované hodnoty z modelů jsem posléze použila pro další analýzy (viz níže). LMM jsem fitovala v R, v balíku lme4 v. 1.1-17 (Bates et al. 2015). Vždy jsem ověřovala nelineární efekty roku a to až po kubický efekt roku. Ve všech modelech jsem standardizovala proměnné nadmořská výška a rok (pokud byl kontinuální proměnnou). Získané roční hodnoty jsem graficky vizualizovala (obvykle v balíku ggplot2)

a vyhodnotila jsem prokorelovanost řad mezi sebou pomocí Pearsonova korelačního koeficientu.

Pro analýzu vlivu dynamiky populací hrabošů na populaci káně lesní byly potřeba údaje o početnosti hrabošů na území České republiky. Data v rozmezí let 2000 až 2013 poskytl prof. Emil Tkadlec ve formě tabulky s aktivními východy nor hrabošů na 1 ha v okresech, pro které jsou zároveň k dispozici i údaje o početnosti káně lesní. Densita hrabošů byla zjišťována v říjnu a měřena jako počet aktivních východů z nor na 1 ha v pícninách a obilovinách (Zapletal et al. 2000). Zprůměrované hodnoty napříč okresy ČR jsem pro analýzu zlogaritulovala. Vztah mezi odhadovaným počtem hrabošů v říjnu daného roku a zrekonstruovanými počty kání jsem analyzovala pomocí obyčejné lineární regrese.

Pro vyhodnocení vlivu vybraných faktorů na početnost kání jsem vybrala dostupná data: klimatické proměnné, jako jsou celorepublikové průměrné měsíční teploty, měsíční úhrny srážek, indexy Severoatlantické oscilace pro různě dlouhá období a index početností v hnízdní době pro ČR z Jednotného programu sčítání ptáků v ČR (<http://jpsp.birds.cz/>). Klimatická data, celorepublikové průměry, jsem získala z portálu Českého hydrometeorologického ústavu (<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>), hodnoty NAO indexu z webu National Centre for Atmospheric Research (<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data>), hodnoty JPSP indexu pro káně poskytl Mgr. Zdeněk Vermouzek z České společnosti ornitologické. Vzhledem k množství dostupných proměnných jsem nejprve vizualizovala vzájemnou prokorelovanost proměnných. Kvůli riziku multikolinearity jsem proměnné o prokorelovanosti větší než 0,6 nedávala do společného modelu. S ohledem na množství proměnných jsem pro modelování zvolila informačně teoretický přístup (Burnham a Anderson 2003). Pro každý ze tří sčítacích termínů jsem připravila vlastní set kandidátních modelů. Kandidátní modely jsem seřadila podle Akaikeho informačního kritéria. Posléze jsem graficky vyhodnotila proměnné pouze z prvního modelu dle nejnižší deviance.



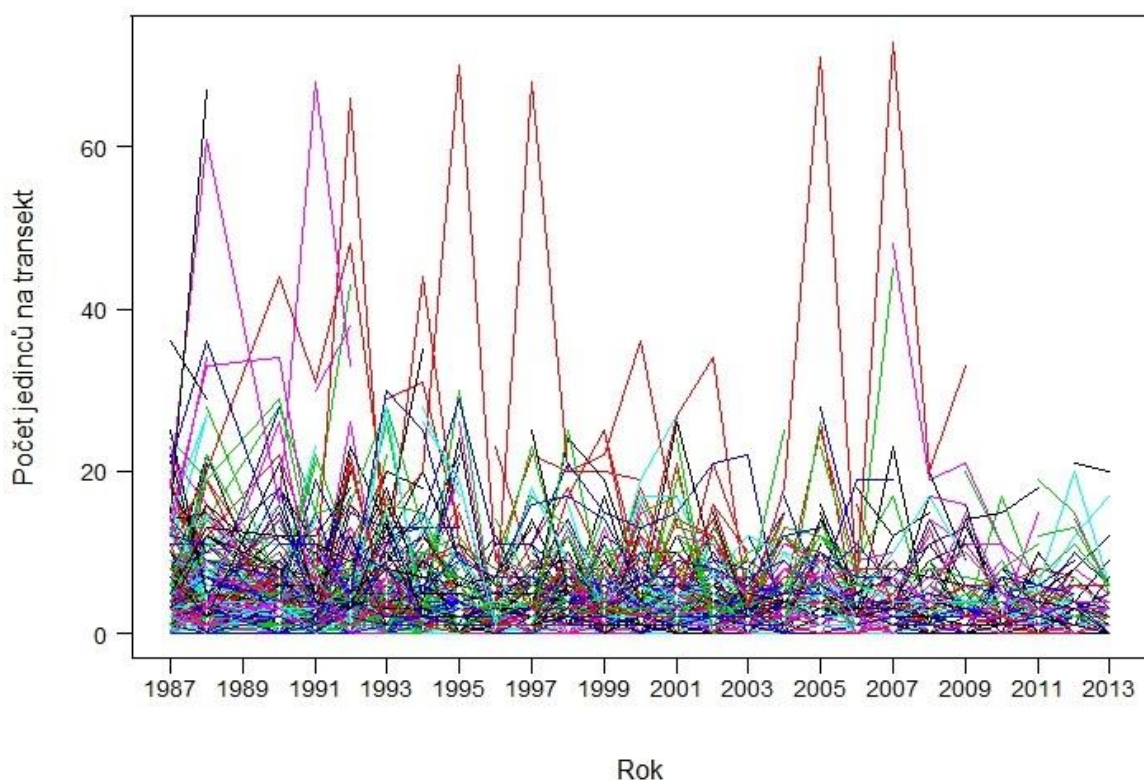
Obr. 1: Lokality, které byly použity k analýze. Velikost puntíku ilustruje délku sčítání na lokalitě.



## 4. Výsledky

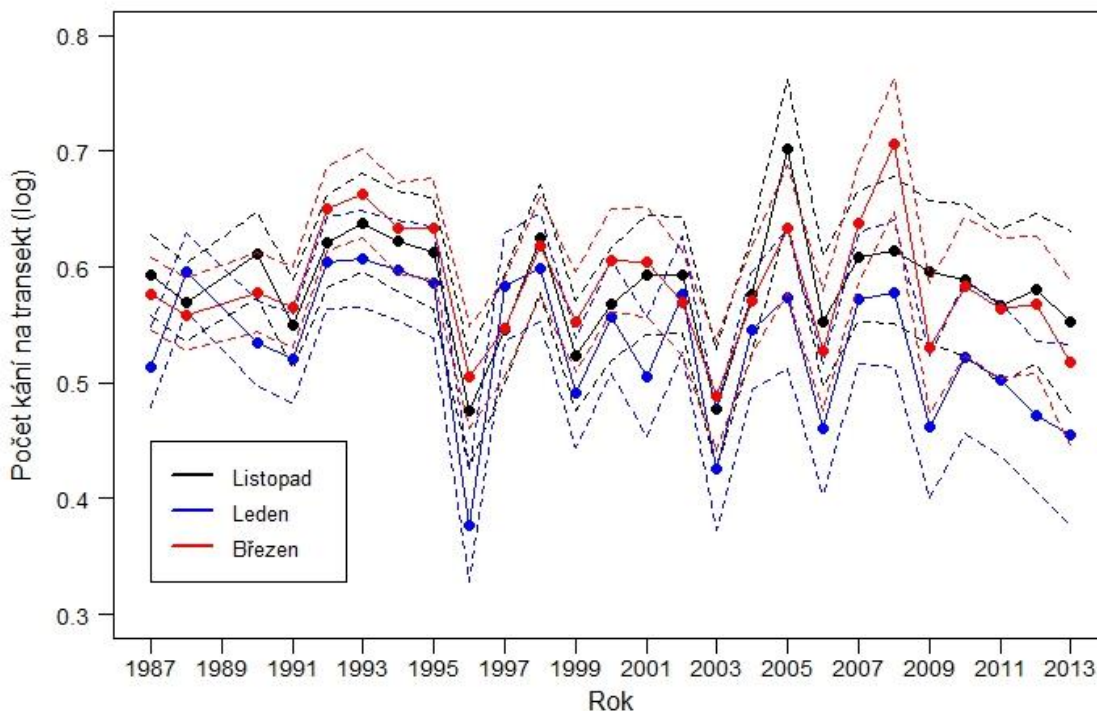
### 4.1 Dynamika zimující populace káně

Počty kánat byly značně variabilní mezi jednotlivými transektly v rámci stejného sčítacího termínu. Výrazné rozdíly jsou i v rámci jedné lokality v průběhu let, kdy dochází i ke skokovému zvýšení početnosti (obr. 2).



Obr. 2: Počet jedinců v jednotlivých transektech v listopadu. Počty kání v rámci jedné lokality jsou spojeny stejnou barvou. Vizualizace pro leden a březen má podobný průběh a z toho důvodu zde není prezentována.

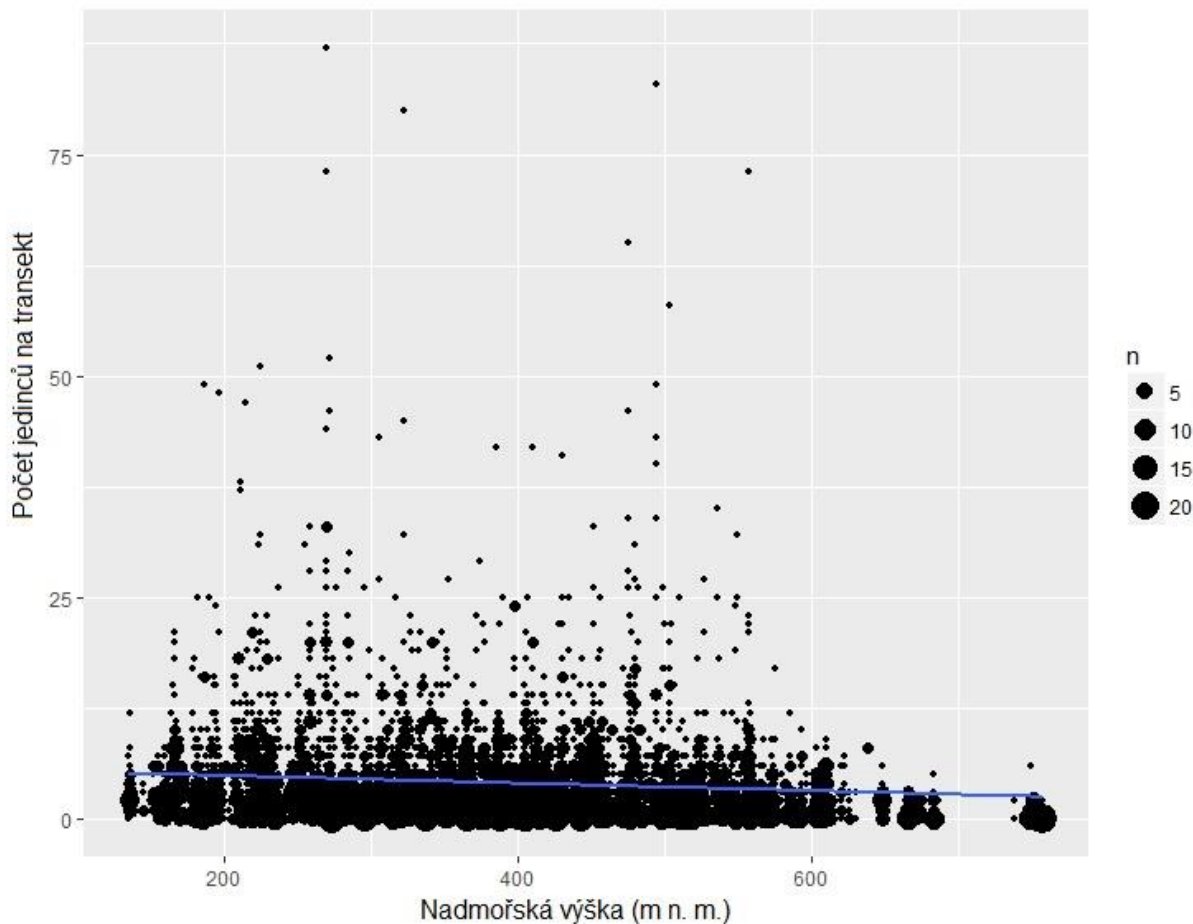
Početnost kání v České republice v letech 1987 – 2013 se mezi sledovanými měsíci příliš nelišila. V listopadu početnost kolísala mezi 2,98 – 5,03 jedinci na transekt, v lednu mezi 2,38 – 4,04 jedinci na transekt a v březnu mezi 3,08 – 5,08 jedinci na transekt (obr. 3). Zrekonstruované časové řady jsou mezi sebou silně prokorelované (listopad – leden,  $r = 0,68$ ,  $P = 0,0001$ ,  $n = 24$ ; leden – březen,  $r = 0,76$ ,  $P < 0,0001$ ; březen – listopad,  $r = 0,75$ ,  $P < 0,0001$ ).



Obr. 3: Změny v počtech kání na transekt v listopadu, lednu a březnu v letech 1987 až 2013 jako predikované hodnoty z LMM modelu. Vynesené jsou průměry a 95% konfidenční intervaly.

Dále jsem zjišťovala vliv nadmořské výšky na výskyt kání. Nadmořská výška má negativní vliv na počty kání (obr. 4). V nadmořských výškách nad 600 m n. m. je pokles v pozorování vyššího počtu kání a v těchto oblastech bylo pozorováno pouze pár jedinců.

V listopadovém termínu jsem zjistila statisticky průkazný vliv nadmořské výšky (LMM,  $b = -0,03232 \pm 0,0102$  SE,  $t = -3,16$ ,  $P = 0,0017$ ). Nebyl však zjištěn trend roku v počtech během listopadu (efekt roku,  $b = -0,001523 \pm 0,0056$  SE,  $t = -0,27$ ,  $P = 0,7853$ ). V lednu jsem zjistila statisticky průkazný vliv nadmořské výšky na počet kání na transekt (LMM,  $b = -0,0403 \pm 0,0098$ ,  $t = -4,1$ ,  $P < 0,0001$ ). Byl také zjištěn negativní meziroční trend v počtech (efekt roku,  $b = -0,01725 \pm 0,0057$ ,  $t = -3$ ,  $P = 0,0027$ ). V březnovém termínu jsem nezjistila statisticky průkazný vliv nadmořské výšky na počet kání na transekt (LMM,  $b = -0,0139 \pm 0,0087$ ,  $t = -1,59$ ,  $P = 0,1119$ ). Stejně, nebyl zjištěný trend v počtech za sledované období ( $b = -0,0016 \pm 0,0052$ ,  $t = -0,31$ ,  $P = 0,7575$ ).

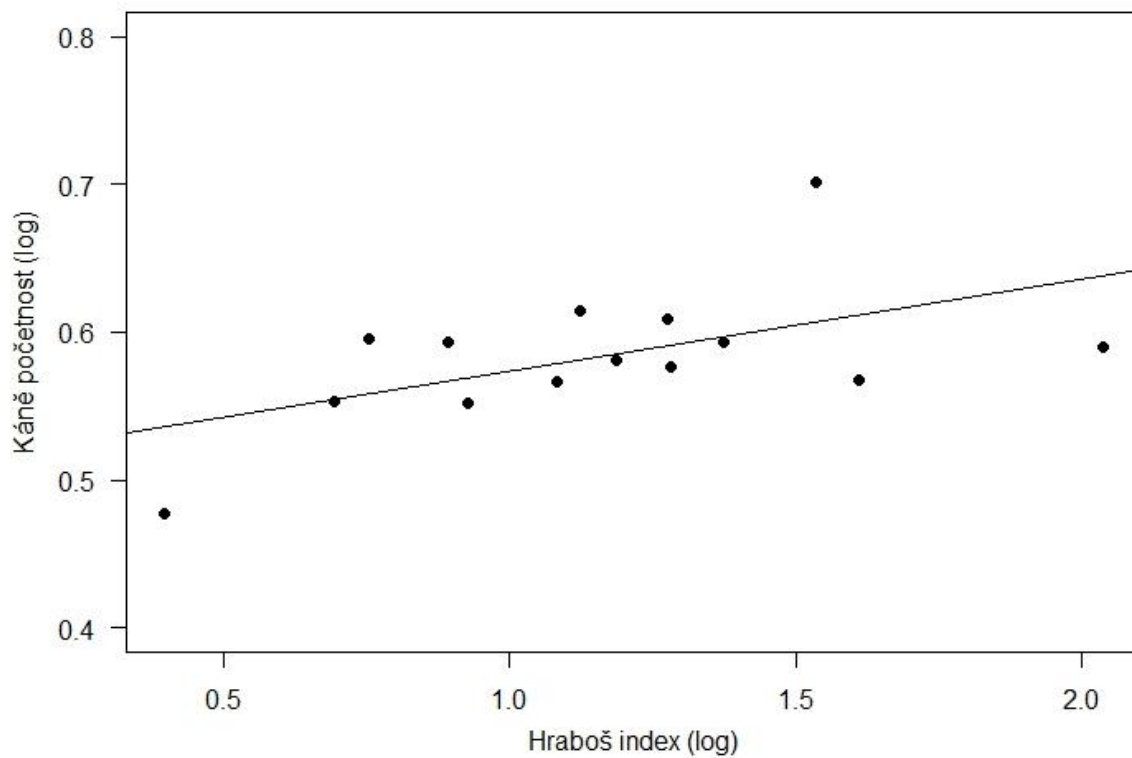


Obr. 4: Vliv nadmořské výšky na výskyt kání v lednu ( $n$  = počet pozorování). Pro ilustraci jsou vynesena původní data před log transformaci. Regresní přímka ukazuje efekt nadmořské výšky. Velikost puntíků je úměrná počtu stejných hodnot.

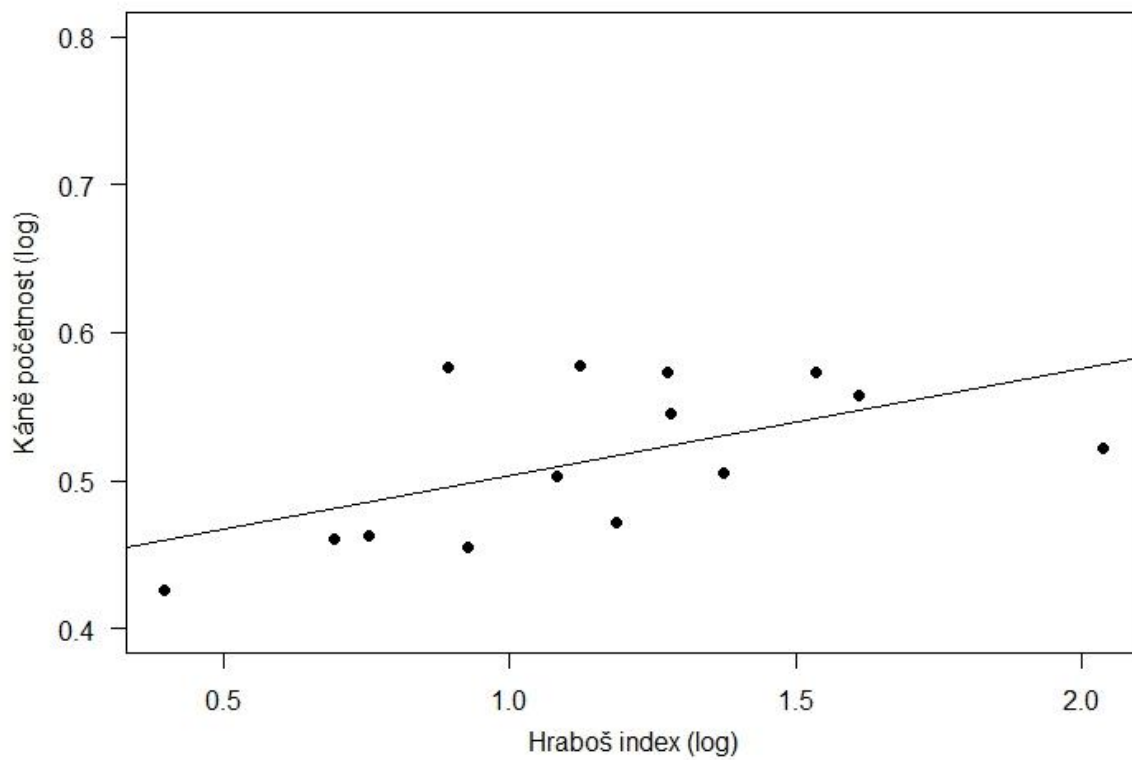
## 4.2 Vliv početnosti hraboše na početnost kání

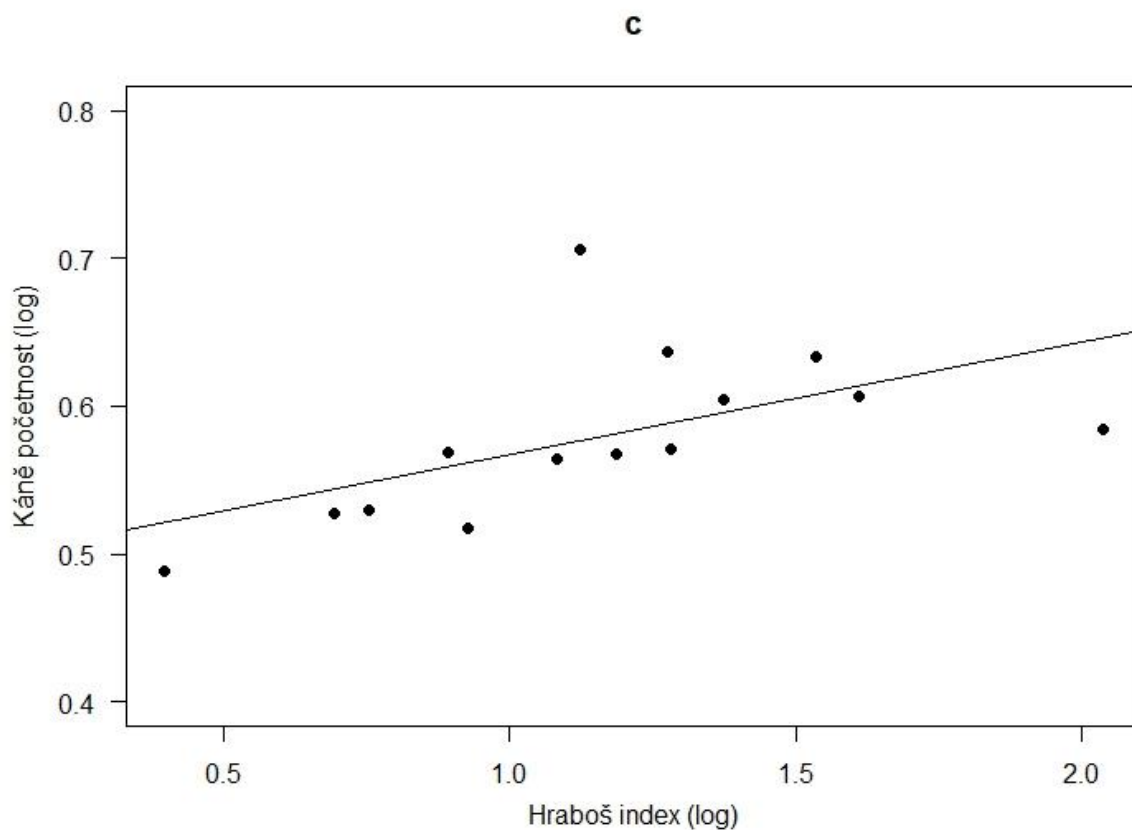
Průměrný počet aktivních vchodů hrabošů v letech 2000 – 2013 byl mezi 2,49 a 109,05. Káně vykazovaly pozitivní závislost na početnosti hrabošů (obr. 5). V listopadu byl vztah počtu kání na transekt =  $0,51 + 0,06x$  ( $\pm 0,03$  SE),  $F = 5,09$ ,  $P = 0,0436$ ,  $R^2 = 0,30$ . V lednu byl vztah počtu kání na transekt =  $0,43 + 0,07x$  ( $\pm 0,03$ ),  $F = 5,85$ ,  $P = 0,0324$ ,  $R^2 = 0,33$ . V březnu byl vztah počtu kání na transekt =  $0,49 + 0,08x$  ( $\pm 0,03$ ),  $F = 5,67$ ,  $P = 0,0347$ ,  $R^2 = 0,32$  (všechny tři regrese jsou na logaritmovaných datech).

**a**



**b**





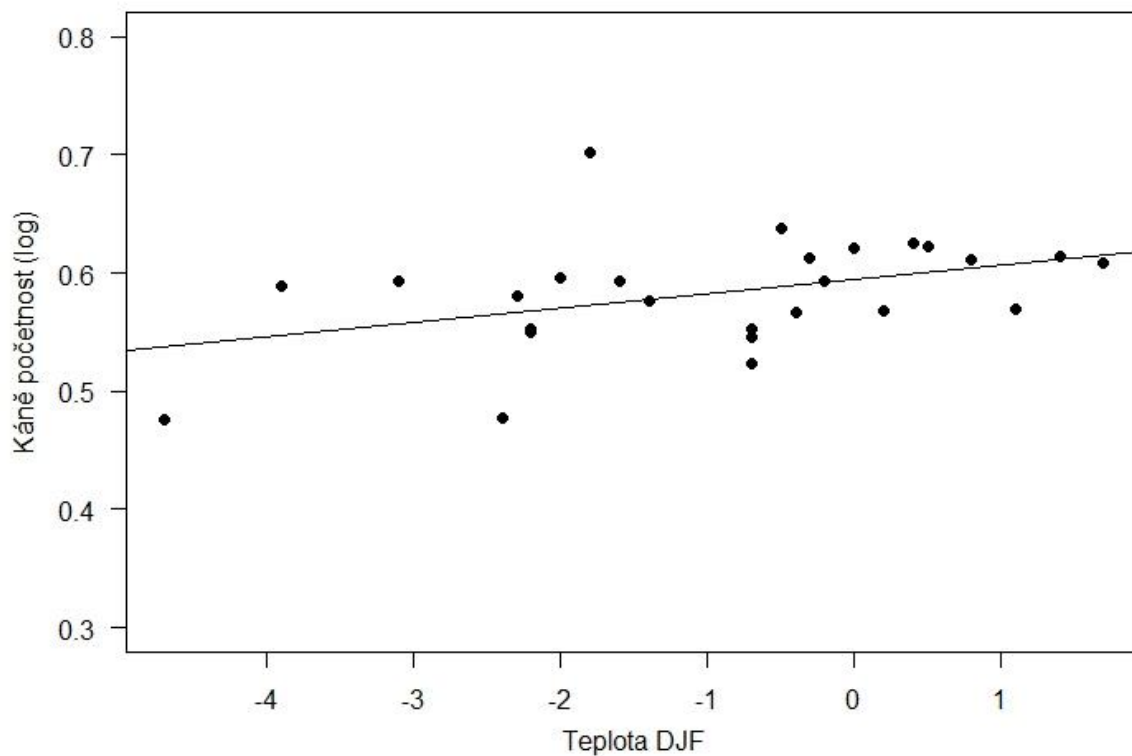
Obr. 5: Vztah mezi indexem početnosti hrabošů a početnosti kání v (a) listopadu, (b) lednu a (c) březnu.

### 4.3 Vliv klimatických podmínek na početnost kání

Největší vliv na výskyt kání v listopadu měla průměrná teplota v období prosinec – únor (Tab. 1). Nejlepší model závislosti na počtu kání na transekt v listopadu na průměrné teplotě prosinec – únor má váhu pouze 0,31. Vztah mezi těmito proměnnými je zobrazen na obr. 6. Druhý nejlepší byl model se závislostí na trendu početnosti s průměrnou teplotou prosinec – únor. Naopak minimální vliv na výskyt kání měl model se závislostí na průměrné teplotě a srážkách v listopadu.

model	K	AIC	$\Delta$ AIC	w
~ TDJF	3	-84,173	0,000	0,307
~ jpsp.trend + TDJF	4	-82,704	1,469	0,147
~ Tnov	3	-81,770	2,403	0,092
~ jpsp.trend	3	-81,399	2,774	0,077
~ Tnov + PrecNov + jpsp.trend	5	-80,746	3,427	0,055
~ Tnov + TSON + jpsp.trend	5	-80,245	3,927	0,043
~ TON	3	-80,120	4,053	0,041
~ jpsp.trend*Tnov	5	-80,082	4,091	0,040
~ jpsp.trend.1 + Tnov	4	-80,002	4,171	0,038
~ Tnov + rok	4	-79,935	4,238	0,037
~ TSON	3	-79,865	4,308	0,036
~ jpsp.trend + Toct	4	-79,832	4,341	0,035
~ NAO.SON	3	-79,794	4,379	0,034
~ Tnov*PrecNov	5	-78,377	5,796	0,017

Tab. 1: Selekce modelu na faktory ovlivňující počet kání v transektu v listopadu. Vysvětlivky: K – počet parametrů, AIC – Akaikeho informační kritérium,  $\Delta$  AIC – rozdíl AIC a hodnoty nejlepšího modelu, w – váha modelu. Vysvětlující proměnné vstupující do modelů: TDJF – průměrná teplota prosinec – únor, jpsp.trend – trend početnosti hnízdní populace v roce t, Tnov – průměrná teplota v listopadu, PrecNov – průměrné srážky v listopadu, TSON – průměrná teplota září – listopad, TON – průměrná teplota říjen – listopad, trend.1 - trend početnosti hnízdní populace v roce t+1, Toct – průměrná teplota v říjnu, NAO.SON – NAO index září – listopad.



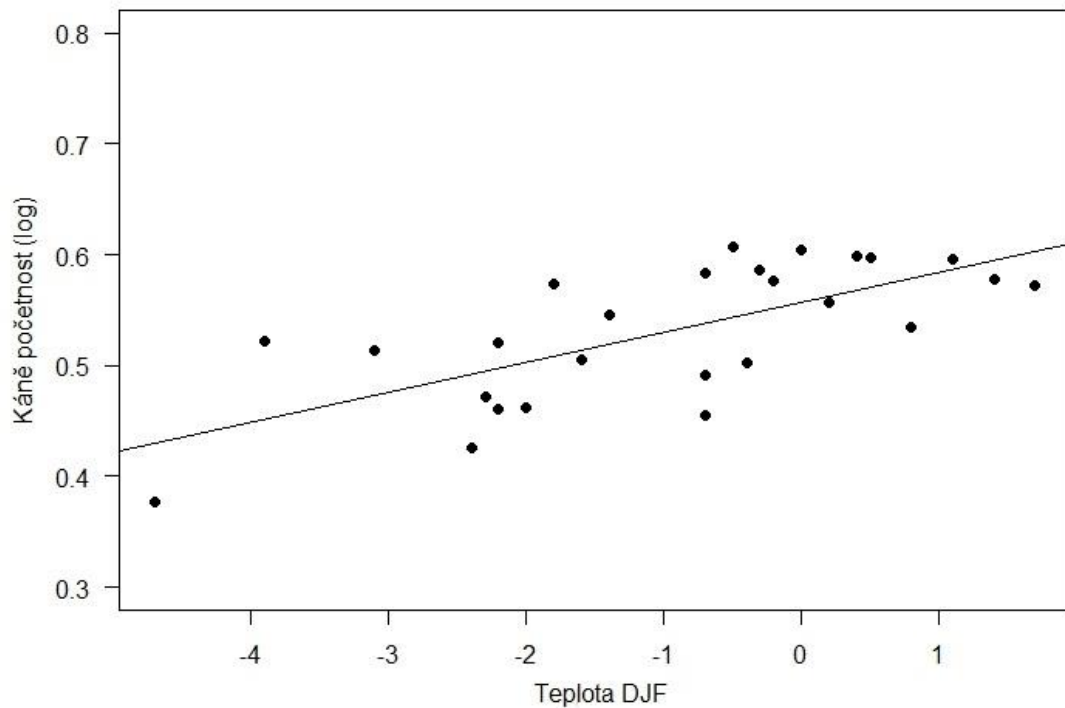
Obr. 6: Vztah mezi početností kání na transekt v listopadu a průměrnou teplotou v období prosinec – únor.

V lednu byl výskyt kání v transektu také ovlivněn průměrnou teplotou v období prosinec – únor. Tento model má váhu 0,55 (Tab. 2). Vztah početnosti kání a průměrnou teplotou prosinec – únor je zobrazen na obr. 7. Druhý nejlepší model byl opět se závislostí na trendu početnosti a průměrnou teplotou za období prosinec – únor s váhou 0,29. Poslední významný vliv měla průměrná teplota v lednu spolu s průměrnou teplotou prosinec – únor. Ostatní proměnné měly zanedbatelný vliv na početnost kání.

model	K	AIC	$\Delta$ AIC	w
~ TDJF	3	-83,163	0,000	0,552
~ jpsp.trend + TDJF	4	-81,893	1,270	0,293
~ Tjan + TDJF	5	-80,070	3,093	0,118
~ Tjan + rok	4	-75,462	7,701	0,012
~ NAO.DJFM	3	-75,445	7,718	0,012
~ Tjan	3	-72,922	10,241	0,003
~ Tjan+ jpsp.trend	4	-72,288	10,875	0,002
~ TON	3	-72,039	11,125	0,002
~ Tjan*PrecJan	5	-71,951	11,213	0,002
~ jpsp.trend*Tjan	5	-71,244	11,920	0,001
~ jpsp.trend.1 + Tnov	4	-70,900	12,263	0,001
~ Tjan + PrecJan + jpsp.trend	5	-70,595	12,569	0,001
~ jpsp.trend	3	-69,622	13,542	0,001
~ jpsp.trend + Toct	4	-67,751	15,413	0,000

Tab. 2: Selektce modelu na faktory ovlivňující počet kání v transektu v lednu. Vysvětlivky: K – počet parametrů, AIC – Akaikeho informační kritérium,  $\Delta$  AIC – rozdíl AIC a hodnoty nejlepšího modelu, w – váha modelu. Vysvětlující proměnné vstupující do modelů: TDJF – průměrná teplota prosinec – únor, jpsp.trend – trend početnosti, Tjan – průměrná teplota v lednu, NAO.DJFM – NAO index prosinec – březen, TON – průměrná teplota říjen – listopad, PrecJan – průměrné srážky v lednu, trend.1 – trend početnosti v následujícím roce, Tnov – průměrná teplota v listopadu, Toct – průměrná teplota v říjnu.



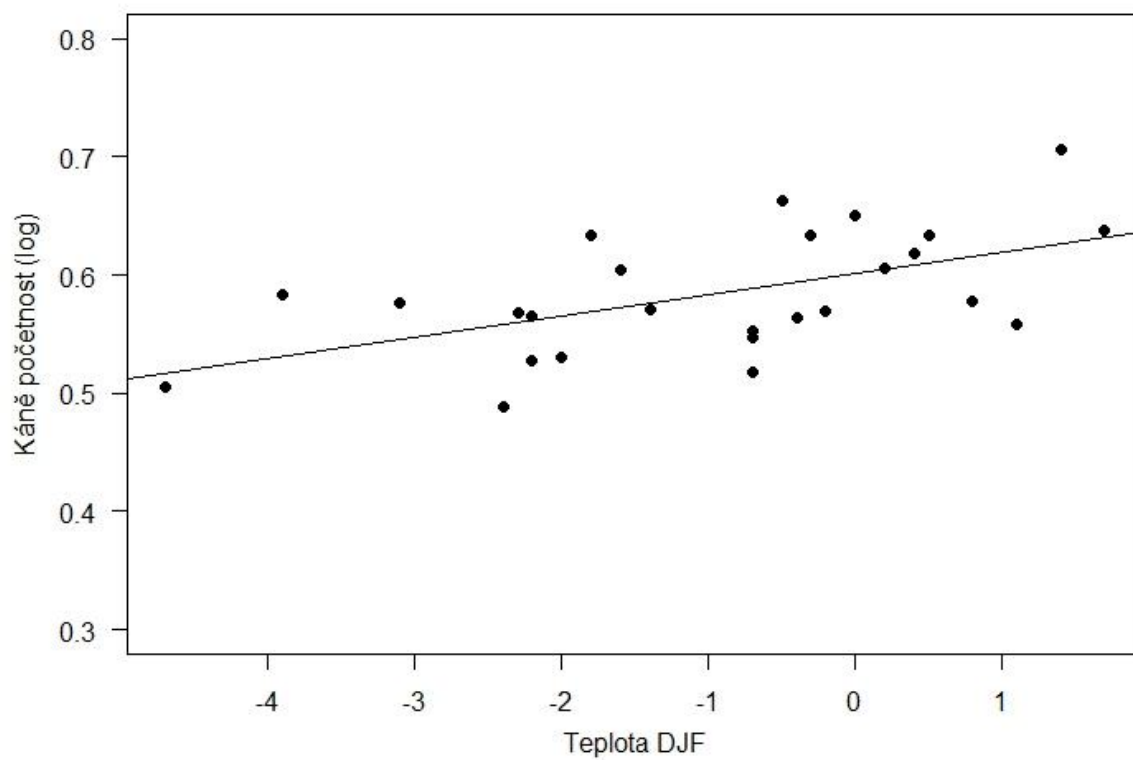


Obr. 7: Vztah mezi početností kání na transekt v lednu a průměrnou teplotou v období prosinec – únor.

V březnu byl výskyt kání opět ovlivněn průměrnou teplotou v období prosinec – únor. Daný model má váhu 0,25. Vztah uvedených proměnných je zobrazen na obr. 8. O trochu menší váhu měl model trendu početnosti s průměrnou teplotou prosinec – únor. Zanedbatelný vliv na početnost kání v transektu měla teplota a srážky v březnu.

model	K	AIC	$\Delta$ AIC	w
~ TDJF	3	-84,391	0,000	0,252
~ jpsp.trend + TDJF	4	-84,034	0,357	0,211
~ NAO.DJFM	3	-83,563	0,828	0,167
~ Tjan	3	-83,545	0,846	0,165
~ Tmar + TDJF + jpsp.trend	5	-82,410	1,981	0,094
~ jpsp.trend + Tfeb	4	-80,494	3,897	0,036
~ Tfeb	3	-80,269	4,121	0,032
~ jpsp.trend	3	-79,350	5,041	0,020
~ Tmar + PrecMar + jpsp.trend	5	-77,073	7,318	0,006
~ Tmar*PrecMar	5	-76,715	7,676	0,005
~ Tmar	3	-76,235	8,156	0,004
~ jpsp.trend*Tmar	5	-75,433	8,958	0,003
~ Tmar + rok	4	-74,842	9,549	0,002
~ jpsp.trend.1 + Tmar	4	-74,389	10,002	0,002

Tab. 3: Selekcce modelu na faktory ovlivňující počet kání v transektu v lednu. Vysvětlivky: K – počet parametrů, AIC – Akaikeho informační kritérium,  $\Delta$  AIC – rozdíl AIC a hodnoty nejlepšího modelu, w – váha modelu, TDJF – průměrná teplota prosinec – únor, jpsp.trend – trend početnosti, Tjan – průměrná teplota v lednu, Tmar – průměrná teplota v březnu, Tfeb – průměrná teplota v únoru, NAO.DJFM – NAO index prosinec – březen, PrecMar – průměrné srážky v březnu, trend.1 – trend početnosti v následujícím roce.



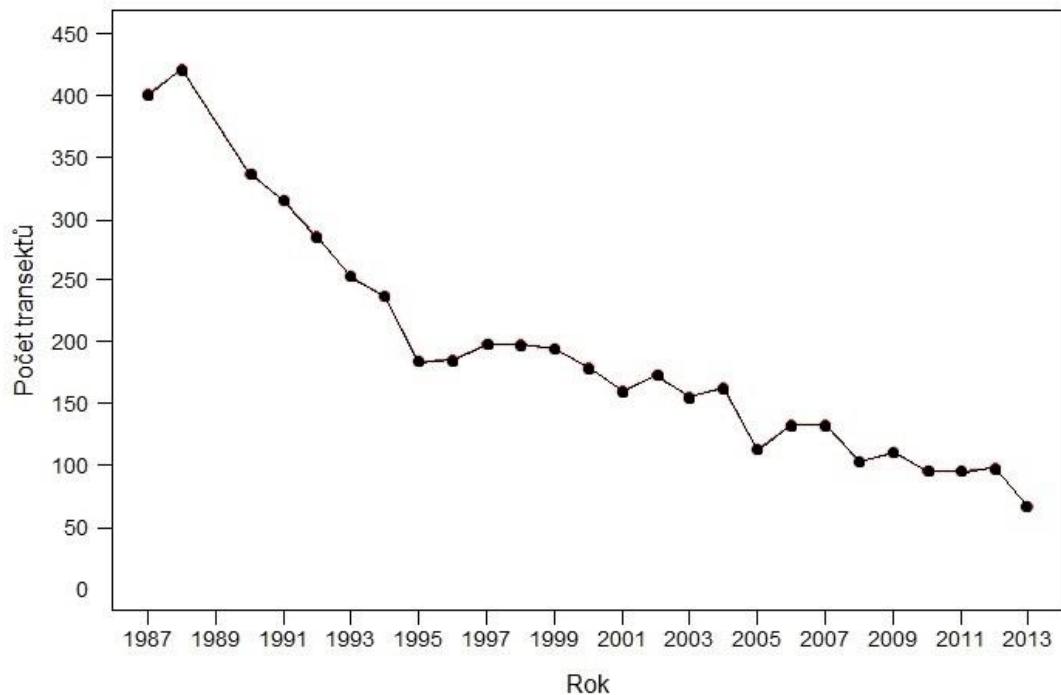
Obr. 8: Vztah mezi početností kání na transekt v březnu a průměrnou teplotou v období prosinec – únor.

## 5. Diskuze

Káně lesní je nejpočetnější dravec ve střední Evropě během celého roku (Bejček et al. 1995). Výskyt a početnost kání na daném území je ovlivněna především abundancí potravy, habitatem a klimatickými podmínkami (Voříšek et al. 1997, Baltag et al. 2013, Nemček et al. 2013). Většina studií se zabývá především hnízdní sezónou a vlivem faktorů na reprodukci ptáků. Dynamice a rozšíření zimní populace kání se nevěnuje taková pozornost. Výskytem kání v zimě na jednotlivých lokalitách v ČR se zabývalo několik autorů (např. Voříšek 1986, Šálek 1988, Schröpfer 1997, Řepa 2002, Krist et al. 2012). Mapování rozšíření káně v zimním období proběhlo na našem území jednou, a to v letech 1982 – 1985 (Bejček et al. 1995). V tomto období tvořila káně přibližně 70 % zimujících dravců (Kalenský 1980, Voříšek 1986, Šálek 1988). Od té doby se žádná studie nezabývala celostátním rozšířením a dynamikou tohoto dravce.

### 5.1 Populační trend káně

V diplomové práci jsem zjišťovala trend početnosti populace káně na základě dat z celorepublikového zimního sčítání kání. Velikost zimující populace kání v České republice je výrazně ovlivněna migrujícími jedinci ze severních oblastí (Cepák et al. 2008, Saurola et al. 2013). Průměrné počty kání se pohybovaly mezi 2,38 – 5,08 jedinců na transekt a početnost se mezi sledovanými měsíci příliš nelišila. Určitý vliv na průměrné abundance mohl mít také výrazný pokles počtu dobrovolníků sčítajících káně během let (obr.9).



Obr. 9: Počet sčítaných transektů za rok

V listopadu a březnu jsem nezjistila žádný trend v početnosti kání. V těchto měsících buď ve skutečnosti není trend v početnosti, nebo nepřítomnost trendu může být způsobena probíhající migrací jedinců. Jarní migrace probíhá až do konce dubna (Mebs 2002), proto se v době sčítání kání mohli na našem území stále vyskytovat zimující nebo protahující jedinci s původem ze severních oblastí a tím ovlivnit trend početnosti.

Početnost jedinců v lednu vykazovala slabý negativní trend. Výskyt kání v zimním období je ovlivněn především teplotou, průměrné teploty v zimních měsících v ČR však nevykazují žádný trend. Pouze listopadové teploty mají trend slabě pozitivní. Pokud by docházelo k výraznějším poklesům teplot, pak by pokles teploty mohl vysvětlovat pozorovaný pokles abundance kání, neboť při poklesech teploty přelétávají ptáci do jižnějších míst (Beltag et al. 2013). Výskyt kání má pozitivní vztah k teplotě, avšak nezjistila jsem žádnou změnu průměrných teplot v jednotlivých měsících, kromě listopadu kdy dochází ke slabému nárůstu průměrné teploty. Negativní trend v početnosti kání je tedy s vysokou pravděpodobností způsoben jiným faktorem než teplotou. Dalším významným faktorem ovlivňující výskyt kání je biotop (Nemček 2013). Vlivem intenzifikace zemědělství docházelo ke ztrátám vhodného biotopu pro lov kořisti (Butet

et al. 2010). Kromě toho dochází během podzimu v zemědělské krajině k rychlým změnám habitatu vlivem orání či osívání polí (Nemček 2013). Káně v zimě preferují k lovu kořisti louky, pastviny a pole osetá píceinami (Wikar et al. 2008, Baltag et al. 2013). Na těchto plochách má kořist dostatek potravy a je zde početnější. Negativní trend abundance kání by mohl být způsoben snížením celkové plochy těchto biotopů ve prospěch ozimů či zorané půdy. Na takovýchto plochách kořist nemá dostatek potravy a vyskytuje se jen minimálně, tím také dochází ke snížení početnosti dravců.

Zimní početnost kání vykazuje slabě negativní trend, oproti tomu dochází k dlouhodobému nárůstu hnízdící populace (EBCC 2018, <http://jpsp.birds.cz/>). Část kání hnízdící v ČR na podzim odlétá na zimoviště v Rakousku nebo jižním Německu. Naopak u nás zimují káně např. ze Skandinávie nebo Pobaltí (Cepák et al. 2008, Saurola et al. 2013). Ve Finsku však v posledních letech dochází ke snižování velikosti populace kání (Saurola 2008). Také v Polsku je zaznamenán mírný pokles početnosti kání (<http://www.monitoringptakow.gios.gov.pl>). Těmito poklesy abundancí může být ovlivněna velikost zimující populace v ČR. V Německu naopak za posledních 25 let populace kání narůstá (Südbeck et al. 2007, <http://www.dda-web.de>).

## 5.2 Vliv početnosti hrabošů na populaci káně

Biotop výrazně ovlivňuje výskyt a početnost kání, zejména v zimním období. S typem biotopu souvisí také abundance kořisti. Káně k lovu preferují louky a pole oseté obilovinami nebo píceinami, kde se jejich kořist vyskytuje ve větších počtech (Wikar et al. 2008). Intenzifikace zemědělství a úbytek remízků však vede k úbytku vhodných biotopů (Butet et al. 2010). V ČR došlo po roce 1955 k výraznému snížení ploch remízků a travnatých ploch, které byly převedeny na ornou půdu. V současné době dochází k pomalému opětovnému nárůstu travnatých ploch i remízků (<http://www.zmeny-krajiny.cz/>). Abundance kání mezi jednotlivými transektly vykazovala velké rozdíly. V určitých letech byl v některých transektech nápadně zvýšen počet jedinců. Skokově zvýšený počet kání v těchto transektech je pravděpodobně způsoben vedením transektu přes louku nebo pole oseté píceinami, kde byla patrně bohatší potravní nabídka. Bohužel v datovém souboru s početnostmi kání nebyly informace o typu porostu, který byl v daném transektu. Proto nemůže být s jistotou určena příčina náhlého nárůstu počtu jedinců na lokalitě.

Během hnízdní sezóny se káně vyskytují od nížin až po horní hranici lesa. Na zimu se stahují do nižších poloh, kde je mírnější zima, menší sněhová pokrývka a tím i dostupnější kořist (Mebs 2002, Nemček 2013). Káně zimující v ČR se vyskytují především v nadmořských výškách do 600 m n. m. Ve vyšších polohách bylo často pozorováno jen málo jedinců. V listopadu a lednu byl zjištěn vliv nadmořské výšky na počty jedinců v transektech. V těchto měsících se káně vyskytují především v nížinách z důvodu menší sněhové pokrývky a vyšší dostupnosti kořisti oproti vyšším polohám. V březnu už nebyl zjištěn vliv nadmořské výšky na výskyt kání. Domnívám se, že je to způsobeno tím, že v tomto měsíci se ptáci vracejí na hnízdiště, která jsou i ve vyšších nadmořských výškách.

Hlavní kořistí kání v zimě jsou drobní hlodavci, zejména hraboši. Jejich početnost a dostupnost ovlivňuje denzitu dravců. Vlivem abundance kořisti na výskyt a dynamiku predátorů se zabývalo mnoho studií (např. Ims a Steen 1990, Korpimäki 1994, Graham et al. 1995, Pavlůvčík et al. 2015, Panek 2016). V zimním období, kdy je kořist méně dostupná, se dravci stahují do míst s velkou početností kořisti. Testovala jsem vliv podzimní denzity hraboše na populaci kání. Zjistila jsem pozitivní závislost kání na podzimním indexu abundance hrabošů, početnost kání se tedy na lokalitách zvyšovala s rostoucí abundancí kořisti. Podle očekávání podzimní abundance hrabošů ovlivňovala výskyt kání v listopadu. Početnost hrabošů na podzim však měla také vliv na abundanci kání v lednu i březnu. V letech s vysokou početností hrabošů došlo k nárůstu počtu pozorovaných kání, neboť se dravci stahují do míst s početnější kořistí (Korpimäki a Norrdahl 1991).

Ve studiích zabývajících se vlivem početnosti kořisti na populaci dravců se autoři zaměřují především na hnízdící populace kání. Avšak i v těchto studiích jsou podobné výsledky (např. Reif et al. 2004, Panek 2016), tedy pozitivní vliv abundance hrabošů na velikost populace kání. Panek (2016) zjišťoval vliv abundance hrabošů na populaci kání v západním Polsku. Hraboši měli významný vliv nejen na celkovou velikost populace dravce, ale také na počet hnízdících párů a jejich hnízdní úspěšnost. Odpověď kání na výskyt hrabošů v hnízdním období byla silnější ( $r = 0,74$ ,  $P = 0,01$ ), než jsem zjistila u zimující populace v ČR ( $r = 0,57$ ,  $P = 0,03$ ). Reif et al. (2004) se také zabýval otázkou odpovědi kání na početnost kořisti. S vyšší abundancí kořisti se zvyšoval počet mláďat v hnízdech a docházelo tak k nárůstu populace. I v této práci byla odpověď na výskyt hrabošů silnější ( $r = 0,86$ ,  $P < 0,01$ ) než u naší zimující populace kání. Silnější odpověď na zvýšení početnosti kořisti v hnízdním období může být způsobena tím, že v této době

káně loví především v okolí hnízda, kořist je lépe dostupná a nepodnikají za potravou lety na velké vzdálenosti. Oproti tomu v zimním období jsou hraboši často ukrytí pod sněhem a dravci se mohou přeorientovat na alternativní kořist, například ptáky nebo mršiny (Kostrzewa a Kostrzewa 1991). Ve své práci provádím analýzu na celorepublikových datech, zatímco ve většině studií autoři analyzují lokální data. V datech z celé republiky je větší šum, proto se mohou jednotlivé lokální dynamiky vyrušit a může dojít k ovlivnění síly odpovědi kání na výskyt hrabošů.

Vliv denzity hrabošů byl studován také na ostatních dravcích (např. Korpimäki a Norrdahl 1991, Korpimäki 1994, Pavlucík et al. 2015). Většina prací však sleduje hnízdní úspěšnost jako odpověď na změnu v abundanci kořisti. Pavlucík et al. (2015) na území ČR zjistil, že počet mláďat sovy pálené (*Tyto alba*) silně koreluje s podzimními indexy početnosti hrabošů. U poštolky nebo kalouse pustovky jsou počty mláďat výrazně ovlivněny naopak jarní denzitou hrabošů (Korpimäki a Norrdahl 1991).

### 5.3 Vliv klimatických faktorů na početnost kání

Na závěr jsem zjišťovala vliv klimatických faktorů na početnost kání ve sledovaných měsících. V zimním období je výskyt kání ovlivňován zejména teplotou. Očekávala jsem, že v listopadu bude početnost kání ovlivňována zejména podzimní teplotou. Navzdory očekávání byl však výskyt kání nejvíce ovlivňován průměrnou teplotou za období prosinec – únor. Teplota v zimním období ovlivňuje dostupnost kořisti a tím i přežívání kání (Jonker et al. 2014). Významný vliv teplot v období prosinec – únor na podzimní početnost kání, může být tedy nejspíše vysvětlen vyšším přežíváním jedinců během zimního období. Nejmenší vliv na početnost kání v listopadu měla kombinace průměrné teploty a srážek během daného měsíce. V nížinách během listopadu často ještě neleží sníh, proto je kořist dobře dostupná a káně může lovit téměř ve všech biotopech. V lednu měla největší vliv na početnost kání průměrná teplota za období prosinec – únor, kdy s poklesem průměrné teploty docházelo k úbytku pozorovaných jedinců. Výskyt kání tedy pozitivně koreloval se zimními teplotami. Tento výsledek je v rozporu se závěrem studie Wuczyńskiego (2003), který pozoroval negativní korelaci mezi abundancí kání a teplotou, kdy při poklesech teploty docházelo k nárůstu početnosti jedinců. Pokles abundance kání při poklesu teploty může být způsoben odletem kání pocházejících z ČR do jižnějších oblastí. Během velmi chladných zim může dojít poklesu početnosti hrabošů



a káně začnou místo polí a luk využívat k lovu zalesněná území, kde loví alternativní kořist (Wikar et al. 2008). To by mohlo způsobit pozorovaný úbytek kání v transektech při poklesu průměrné zimní teploty. Slabší vliv také měla kombinace faktorů trendu početnosti a průměrné teploty v období prosinec – únor. Ostatní klimatické faktory neměly vliv na početnost kání, to dokazuje, že zimní výskyt kání je ovlivněn hlavně zimními teplotami. V březnu má na početnost kání také vliv průměrná teplota za období prosinec – únor. Podobně významný vliv měla také kombinace trendu početnosti s průměrnou teplotou v období prosinec – únor. Na přežívání kání mají vliv především zimní teploty, proto ovlivňují výskyt kání také v březnu. Očekávala jsem, že průměrné teploty a srážky v březnu budou mít nějaký významný vliv na početnost kání. Avšak tyto faktory neměly vliv. Studie naznačují, že teploty a srážky v jarním období mají spíše vliv na hnízdní úspěšnost párů a přežívání mláďat (např. Selås 2001, Krüger 2004, Lehikoinen et al. 2009).

Tato diplomová práce je analýzou dynamiky zimní početnosti kání v ČR. Ukazuje, že výskyt kání v zimním období na našem území je nejvíce ovlivněn abundancí hrabošů a zimními teplotami, především v období prosinec – únor. Bohužel nebyla k dispozici data o typu biotopu v jednotlivých transektech, a proto nemohl být prozkoumán vliv biotopu na početnost kání. Určitý vliv na analýzy mohl mít snižující se počet dobrovolníků provádějících sčítání jedinců v jednotlivých letech.

## 6. Literatura

**Angelstam P., Lindström E., Widén P. 1985:** Synchronous short-term population fluctuations of some birds and mammals in Fennoscandia: occurrence and distribution. *Holarctic Ecology* 8: 252 – 298

**Angerbjörn A., Tannerfeldt M., Erlinge S. 1999:** Predator–prey relationships: arctic foxes and lemmings. *Journal of Animal Ecology* 68: 34 – 49

**Baltag E. S., Pocora V., Sfica L., Bolboaca L. E. 2013:** Common Buzzard (*Buteo buteo*) population during winter season in North-Eastern Romania: the influences of density, habitat selection and weather. *Ornis Fennica* 90: 186 – 192

**Baltag E. S., Pocora V., Petrencu L. 2017:** Nest-site preferences of Common Buzzard, *Buteo buteo* (Linnaeus, 1758), from Eastern Romania. *Acta Zoologica Bulgarica* 69: 55 – 60

**Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. 2015:** Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1 – 48

**Bejček, V., Šťastný, K., Hudec, K. 1995:** Atlas Zimního rozšíření ptáků v České republice. Praha: *H & H*, 270 s.

**Bjørnstad O. N. 2000:** Cycles and synchrony: two historical „experiments“ and one experience. *Journal of Animal Ecology* 69: 869 – 873

**Burnham, K. P., Anderson, D. R. 2003:** Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. *Springer* 2003. 488 s.

**Butet A., Michel N., Rantier Y., Comor V., Hubert – Moy L., Nabucet J., Delettre Y. 2010:** Responses of common buzzard (*Buteo buteo*) and Eurasian kestrel (*Falco tinnunculus*) to land use changes in agricultural landscapes of Western France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138: 152 – 159

**Cepák J., Klvaňa P., Formánek J., Horák D., Jelínek M., Schröpfer L., Škopek J., Zárybnický J. 2008:** Atlas migrace ptáků: České a Slovenské republiky, Aventinum, Praha: 608 s.

**Cornulier T., Yoccoz N. G., Bretagnolle V., Brommer J. E., Butet A., Ecke F., Elston D. A., Framstad E., Henttonen H., Hörnfeldt B., Huitu O., Imholt C., Ims R. A., Jacob J., Jedrzejewska B., Millon A., Petty S. J., Pietiäinen H., Tkadlec E., Zub K., Lambin X. 2013:** Europe-wide dampening of population cycles in keystone herbivores. *Science* 340: 63 – 66

**EBCC. 2018:** European Bird Census Council [online], citováno [28.3.2018] <<http://www.ebcc.info/index.php?ID=587>>

**Fairweather P. G. 1988:** Predation can increase variability in the abundance of prey on seashores. *Oikos* 53: 87 – 92

**Forchhammer M. C., Post E., Stenseth N. Ch., Boertmann D. M. 2002:** Long-term responses in arctic ungulate dynamics to changes in climatic and trophic processes. *Population Ecology* 44: 113 – 120

**Francksen R. M., Whittingham M. J., Ludwig S. C., Baines D. 2016:** Winter diet of Common Buzzards *Buteo buteo* on a Scottish grouse moor. *Bird Study* 63: 525 - 532

**Francksen R.M., Whittingham M. J., Ludwig S. C., Roos S., Baines D. 2017:** Numerical and functional responses of Common Buzzards *Buteo buteo* to prey abundance on a Scottish grouse moor. *Ibis* 159: 541 – 553

**Gouveia A. R., Bejček V., Flousek J., Sedláček F., Šťastný K., Zima J., Yoccoz N. G., Stenseth N. C., Tkadlec E. 2015:** Long-term pattern of population dynamics in the field vole from central Europe: cyclic pattern with amplitude dampening. *Population Ecology* 57: 581 – 89

**Graham I. M., Redpath S. M., Thirgood S. J. 1995:** The diet and breeding density of Common Buzzards *Buteo buteo* in relation to indices of prey abundance. *Bird Study* 42: 165 – 173

**Holte D., Köppen U., Schmitz-Ornés A. 2017:** A comparison of migratory strategies of partial migratory raptors from Germany. *Journal of Ornithology* 158: 579 – 592

**Hudec K., Šťastný K. (eds) 2005:** Fauna ČR. Ptáci 2/I,II. Praha: *Academia*, 1208 s.

**Ims R. A., Steen H. 1990:** Geographical synchrony in microtine population cycles: a theoretical evaluation of the role of nomadic avian predators. *Oikos* 53: 381 – 387

**Jonker R. M., Chakarov N., Krüger O. 2014:** Climate change and habitat heterogeneity drive a population increase in Common Buzzards *Buteo buteo* through effects on survival. *Ibis* 156: 97 – 106

**Kalenský J. 1980:** Výsledky zimního sčítání dravců v Podkrkonoší. *Prunella* 2: 9 – 10

**Kendall B. E., Prendergast J., Bjørnstad O. N. 1998:** The macroecology of population dynamics: taxonomic and biogeographic patterns in population cycles. *Ecology Letters* 1: 160 – 164

**Korpimäki E., Norrdahl K. 1991:** Numerical and functional responses of kestrels, short-eared owls, and long-eared owls to vole densities. *Ecology* 72: 814 – 826

**Korpimäki E., Norrdahl K., Rinta-Jaskari T. 1991:** Responses of stoats and least weasels to fluctuating food abundances: is the low phase of the vole cycle due to mustelid predation? *Oecologia* 88: 552 – 561

**Korpimäki E. 1994:** Rapid or delayed tracking of multi-annual vole cycles by avian predators? *Journal of Animal Ecology* 63: 619 – 628

**Kostrzewa R., Kostrzewa A. 1991:** Winter weather, spring and summer density, and subsequent breeding success of Eurasian kestrels, Common Buzzards, and Northern goshawks. *Auk* 108: 342 – 347

**Krebs C.J. 1996:** Population cycles revisited. *Journal of Mammalogy* 77: 8 – 24

**Krebs C. J., Kielland K., Bryant J., O'Donoghue M., Doyle F., McIntyre C., DiFolco D., Berg M., Carriere S., Boonstra R., Boutin S., Kenney A. J., Reid D. G., Bodony K., Putera J., Timm H. K., Burke T. 2013:** Synchrony in the snowshoe hare (*Lepus americanus*) cycle in northwestern North America, 1970 – 2012. *Canadian Journal of Zoology* 91: 562 – 572

**Krist M., Stříteský J., Tkadlec E. 2012:** Zimní početnost dravců v polní krajině v závislosti na podmínkách prostředí: dvacetiletá studie. *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci* č. 303: 3 – 12

**Krüger O. 2004:** The importance of competition, food, habitat, weather and phenotype for the reproduction of Buzzard *Buteo buteo*. *Bird Study* 51: 125 - 132

**Lehikoinen A., Byholm P., Ranta E., Saurola P., Valkama J., Korpimäki E., Pietiäinen H., Henttonen H. 2009:** Reproduction of the common buzzard at its northern rang margin under climatic change. *Oikos* 118: 829 – 836

**Liebholt A., Koenig W. D., Bjørnstad O. N. 2004a:** Spatial synchrony in population dynamics. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35: 467 – 490

**Lindström J., Ranta E., Lindén H. 1996:** Large-scale synchrony in the dynamics of capercaillie, black grouse and hazel grouse. *Oikos* 76: 221 – 227

**Martín B., Onrubia A., Ferrer M. A. 2014:** Effects of climate change on the migratory behavior of the common buzzard *Buteo buteo*. *Climate Research* 60: 187 – 197

**Mebis T. 2002:** Dravci Evropy. Český Těšín: Víkend 2012. 245 s.

- Nemček V. 2013:** Abundance of raptors and habitat preferences of the common buzzard *Buteo buteo* and the common kestrel *Falco tinnunculus* during the non-breeding season in an agricultural landscape (western Slovakia). *Slovak Raptor Journal* 7: 37 – 42
- Nielsen O. K. 1999:** Gyrfalcon predation on ptarmigan: numerical and functional responses. *Journal of Animal Ecology* 68: 1034 - 1050
- Norrdahl K., Korpimäki E. 1996:** Do nomadic avian predators synchronize population fluctuations of small mammals? a field experiment. *Oecologia* 107: 478 – 483
- O'Donoghue M., Boutin S., Krebs C. J., Hofer E. J. 1997:** Numerical responses of coyotes and lynx to the snowshoe hare cycle. *Oikos* 80: 150 – 162
- Panek M. 2016:** Numerical responses of an avian predator to prey fluctuations in a temperate latitude: breeders vs. entire population. *Population Ecology* 58: 549 – 555
- Pavluvčík P., Poprach K., Machar I., Losík J., Gouveia A., Tkadlec E. 2015:** Barn owl productivity response to variability of vole populations. *PLoS ONE* 10: e0145851
- Post E., Forchhammer M. C. 2002:** Synchronization of animal population dynamics by large-scale climate. *Nature* 420: 168 – 171
- Predavec M., Krebs Ch. J., Danell K. 2001:** Cycles and synchrony in the Collared Lemming (*Dicrostonyx groelandicus*) in Arctic North America. *Oecologia* 126: 216 – 224
- Ranta E., Kaitala V., Lindström J. 1997:** Dynamics of Canadian lynx populations in space and time. *Ecography* 20: 454 – 460
- Reif V., Tornberg R., Jungell S., Korpimäki E. 2001:** Diet variation of common buzzards in Finland supports the alternative prey hypothesis. *Ecography* 24: 267 – 274

**Reif V., Jungell S., Korpimäki E., Tornberg R., Mykrä S. 2004:** Numerical response of common buzzards and predation rate of main and alternative prey under fluctuating food conditions. *Annales Zoologici Fennici* 41: 599 – 607

**Reif J., Storch D., Zárybnický J. 2013:** Jak relevantní jsou odhady velikostí populací našich ptáků? Srovnání atlasových dat s odhady založenými na bodovém sčítání bez zohlednění detektability. *Sylvia* 49: 49 – 66

**Rooney E., Montgomery W. I. 2013:** Diet diversity of the Common Buzzard (*Buteo buteo*) in a vole-less environment. *Bird Study* 60: 147 – 155

**Řepa P. 2002:** Změny početnosti káně lesní (*Buteo buteo*) v zimním období v letech 1984 – 2001. *Erica* 10: 121 – 126

**Saurola P. 2008:** Monitoring birds of prey in Finland: a summary of methods, trends and statistical power. *Ambio* 37: 413 - 419

**Saurola P., Valkama J., Velmala W. 2013:** The Finnish Bird Ringing Atlas Vol. I. LUOMUS, Helsinki: 549 s.

**Selås V. 2001:** Breeding density and brood size of Common Buzzard *Buteo buteo* in relation to snow cover in spring. *Ardea* 89: 471 – 479

**Schaub M., von Hirschheydt J., Grübler M. U. 2015:** Differential contribution of demographic rate synchrony to population synchrony in barn swallows. *Journal of Animal Ecology* 84: 1530 – 1541

**Schröpfer L. 1997:** Zimní početnost dravců na území jihozápadně od Plzně zjišťovaná liniovou metodou. *Buteo* 9: 17 - 30

**Sim I. M. W., Campbell L., Pain D. J., Wilson J. D. 2000:** Correlates of the population increase of Common Buzzards *Buteo buteo* in the West Midlands between 1983 and 1996. *Bird Study* 47: 154 – 164

**Sim I. M. W., Cross A. V., Lamacraft D. L., Pain D. J. 2001:** Correlates of Common Buzzard *Buteo buteo* density and breeding success in the West Midlands. *Bird Study* 48: 317 – 329

**Stenseth N. Ch., Ottersen G., Hurrell J. W., Mysterud A., Lima M., Chan K. S., Yoccoz N. G., Adlandsvik B. 2003:** Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 270: 2087 – 2096

**Südbeck P., Bauer H. G., Boschert M., Boye P., Knief W. 2007:** The Red List of breeding birds of Germany, *Ber. Vogelschutz* 44: 23 – 81

**Sundell J., Huitu O., Henttonen H., Kaikusalo A., Korpimäki E., Pietiäinen H., Saurola P., Hanski I. 2004:** Large-scale spatial dynamics of vole populations in Finland revealed by the breeding success of vole-eating avian predators. *Journal of Animal Ecology* 73: 167 – 178

**Šálek M. 1988:** Početnost dravců v mimohnízdním období na Písecku zjišťovaná modifikovanou standardní liniíovou metodou. *Buteo* 3: 47 - 68

**Ševčík J. 1981:** Potrava káně lesní a káně rousné v podzimním a zimním období. *Živa* 29: 31 - 33

**Tenow, O., Nilssen A. C., Bylund H., Hogstad O. 2007:** Waves and synchrony in *Epirrita autumnata/Operophtera brumata* outbreaks. I. Lagged synchrony: regionally, locally and among species. *Journal of Animal Ecology*: 76: 258 – 268

**Tkadlec E. 2013:** Populační ekologie: struktura, růst a dynamika populací. Olomouc: UP v Olomouci

**Tornberg R., Korpimäki E., Jungell S., Reif V., Ranta E. 2005:** Delayed numerical response of goshawks to population fluctuations of forest grouse. *Oikos* 111: 408 – 415



**Tóth L. 2014:** Numerical response of the Common Buzzards *Buteo buteo* to the changes in abundance of small mammals. *Ornis Hungarica* 22: 48 – 56

**Voříšek P. 1986:** Hnízdění káně lesní (*Buteo buteo*) a zimní výskyt dravců na Chocensku. *Sborník východočeské pobočky ČSO* 8: 49 – 63

**Voříšek P., Krištín A., Obuch J., Votýpka J. 1997:** Potrava káně lesní v České republice a její význam pro myslivost. *Buteo* 9: 57 – 68

**Wikar D., Ciach M., Bylicka M., Bylicka M. 2008:** Changes in habitat use by the common buzzard (*Buteo buteo* L.) during non-breeding season in relation to winter conditions. *Polish Journal of Ecology* 56: 119 – 125

**Wuczyński A. 2003:** Abundance of Common Buzzard (*Buteo buteo*) in the Central European wintering ground in relation to the weather conditions and food supply. *Buteo* 13: 11 – 20

**Wuczyński A. 2005:** Habitat use and hunting behaviour of Common Buzzards *Buteo buteo* wintering in south-western Poland. *Acta Ornithologica* 40: 147 – 154

**Yosef R., Tryjanowski P., Bildstein K. 2002:** Spring migration of adult and immature buzzards (*Buteo buteo*) through Elat, Israel. *Journal of Raptor Research* 36: 115 – 120

**Zapletal M., Obdržálková D., Pikula J., Zejda J., Pikula J., Beklová M., Heroldová M. 2000:** Hraboš polní (*Microtus arvalis*): základní poznatky z biologie, ekologie a omezování početnosti. Brno: Státní rostlinolékařská správa. 167 s.