

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství

Katedra chovu zvířat a potravinářství v tropech a subtropích



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta tropického
zemědělství**

Vliv klimatického pásma na míru hnízdní predace ptačích hnízd

Bakalářská práce

Vypracovala: Lucie Maňáková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Silberová Ph.D.

Odborný konzultant: Mgr. Petr Suvorov Ph.D.

Praha 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv klimatických pásů na míru hnízdění predace ptačích hnízd“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém soupisu literatury. Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně ČZU v Praze a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Praze dne 30. 4. 2013

.....
Lucie Maňáková

Poděkování

V prvé řadě bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce Ing. Petře Silberové Ph.D. za mnoho cenných rad a trpělivé vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mému odbornému konzultantovi Mgr. Petru Suvorovovi Ph.D., který mě, jako odborník přes ekologii ptáků, seznámil s daným tématem a pomohl s realizací mého terénního výzkumu. Děkuji za jeho rady, trpělivost a čas, který mi věnoval při sepisování mé bakalářské práce. Poděkování patří i panu Petrovi Kolkovi, který mě naučil rozpoznávat zpěvné ptáky na ruderální ploše u Benátek. Děkuji svým přátelům, Alici Procházkové a Františku Svojanovskému, kteří mi pomáhali při výzkumu v terénu, a bez kterých by realizace této práce byla velmi obtížná. Moje poděkování patří i rodině, přátelům a všem, co mě při psaní této práce podporovali.

Abstrakt

V současné době je predace ptačích hnízd považována za jedno z největších rizik pro ptačí populace. Tato bakalářská práce se zabývá především srovnáním míry hnízdní predace, hlavních skupin hnízdních predátorů a faktorů ovlivňující hnízdní predaci v rámci různých klimatických zón. Faktory ovlivňující míru hnízdní predace (míra fragmentace krajiny, typ hnízda, umístění hnízda v krajině, charakter vegetace, hustota hnízd, atd.) se v tropech a temperátu příliš neliší. Výjimkou je denzita a diverzita predátorů, která roste směrem do tropické zóny. Proto je i přes odlišnou životní strategii a adaptaci ptáků v těchto oblastech zvýšený predační tlak.

Terénní výzkum byl proveden v červnu 2012 na třech ruderalních pozemcích ve středních Čechách (pozemky poblíž měst Milovice, Benátky nad Jizerou a Struhy). Hlavním cílem bylo zjistit rozdíl v míře hnízdní predace na okraji a uvnitř biotopu, vliv viditelnosti hnízd na míru hnízdní predace a identifikovat hlavní predující skupinu. K realizaci výzkumu byla použita metoda umělých hnízd a hnízda byla pokládána po trojicích vždy od okraje směrem do středu ruderálu. Po deseti dnech proběhla kontrola hnízd. V následné statistické analýze nebyl ani jeden ze studovaných faktorů průkazný. Okrajový efekt (tj. zvýšená predace na okrajích biotopu) nebyl potvrzen - hnízdní predátoři prohledávali ruderál rovnoměrně a náhodně. Velikost ruderálu také neměla vliv na míru hnízdní predace. Vlivem nedostatečného počtu průkazných otisků na vejcích nebylo možné jednoznačně identifikovat hlavní skupinu hnízdních predátorů. Vzhledem k tomu, že viditelnost hnízda neovlivňovala predační míru, bylo usuzováno, že hlavní skupinou, predující ptačí hnízda, byli savci.

Klíčová slova: Hnízdní predace, fragmentace krajiny, okrajový efekt, hnízdní parazitismus, hnízdní predátoři, umělá hnízda

Abstract

The predation of bird nests can be considered one of the greatest risks for bird populations. This bachelor thesis deals with the comparison of the rate of nest predation, the main groups of nest predators and the factors influencing nest predation in different climatic zones. Factors influencing the rate of nest predation (rate of landscape fragmentation, type of nest, nest location in the landscape, character of vegetation, the density of nest, etc.) aren't different in the tropical and temperate zones. The exception is the density and diversity of predators, which grows towards the tropical zone. Therefore, despite the different life strategies and adaptations of birds, predation pressure in tropical zones can be elevated comparing to the temperate zone.

Field research was conducted in June 2012 on three ruderal patches in Central Bohemia (patches near cities Milovice, Benátky nad Jizerou and Struhy). The main objective was to determine the difference of the nest predation between the edge and interior of the selected habitat patches and the effect of nest visibility on nest predation rate and identifies the main group of nest predators. To do so, it was applied the method of artificial nests which were putting in triplets on the gradient from the patch edge toward the patch interior. A subsequent statistical analysis did not show any significant effects. Edge effect has not been confirmed in our study area, i. e. nest predators probably searched for food equally over all the landscape. Due to the lack of reliable imprints of nest predators on our artificial eggs it was not possible to clearly identify the main group of nest predators. Because of the visibility did not affect nest predation rate, we can speculate the mammals appeared as the main nest predator community.

Key words: Nest predation, landscape fragmentation, edge effect, brood parasitism, nest predators, artificial nests

Obsah

1. Úvod	- 1 -
2. Literární rešerše	- 2 -
2.1 Vliv klimatických pásů na životní strategii a hnízdní úspěšnost ptáků.....	- 2 -
2.2 Fragmentace krajiny a okrajový efekt.....	- 3 -
2.2.1 Vliv fragmentace krajiny a okrajového efektu na ptačí populace.....	- 4 -
2.2.2 Evidence okrajového efektu v rámci různých klimatických zón.....	- 6 -
2.3 Urbanizace a její vliv na hnízdní úspěšnost ptáků.....	- 7 -
2.3.1 Hnízdní predace měst a okolí.....	- 8 -
2.4 Adaptace ptáků na hnízdní predaci.....	- 10 -
2.5 Hnízdní predátoři různých klimatických pásů.....	- 12 -
2.5.1 Ptáci.....	- 12 -
2.5.2 Savci.....	- 13 -
2.5.3 Plazi.....	- 15 -
2.5.4 Hnízdní predátoři ve vztahu k typu biotopu a kontinentu.....	- 16 -
2.6 Hnízdní parazitizmus.....	- 16 -
2.6.1 Parazitické druhy ptáků v rámci různých klimatických pásů.....	- 17 -
2.7 Metoda umělých hnízd.....	- 18 -
2.7.1 Postup přípravy umělých hnízd.....	- 19 -
2.7.2 Identifikace predátorů.....	- 19 -
3. Cíl práce	- 21 -
4. Hypotézy	- 22 -
5. Materiál a metodika	- 23 -
5.1 Literární rešerše.....	- 23 -
5.2 Terénní výzkum.....	- 23 -
5.2.1 Studijní plocha.....	- 23 -
5.2.2 Terénní práce.....	- 24 -
5.2.3 Statistické vyhodnocení dat.....	- 25 -
6. Výsledky	- 26 -
6.1 Literární rešerše.....	- 26 -
6.2 Terénní výzkum.....	- 33 -
7. Diskuze	- 36 -
8. Závěr	- 39 -
9. Použitá literatura	- 41 -

1. Úvod

Hnízdní predace je v mnoha studiích uvedena jako hlavní příčina devastace ptačích hnízd a populací. Podle Martin (1993) je dokonce zodpovědná až za 80 % hnízdních neúspěchů. Je závislá na mnoha faktorech: typ hnízda, umístění hnízda v krajině, charakter vegetace, skrytí hnízd, četnost a typ predátora, míra fragmentace krajiny a urbanizace (Wilcove, 1985; Vlasák, 1986; Andrén, 1995; DeGraaf, 1995; Veselovský, 2001; Estrada *et al.*, 2002; Lepczyk *et al.*, 2003; Koenig *et al.*, 2007), které ji různou měrou ovlivňují, a jejich význam se může měnit v rámci různých klimatických zón. Četné studie uvádí, že míra hnízdní predace je zvýšená v tropických oblastech (Telleria a Diaz, 1995). Avšak je jen málo ucelených informací o tom, jak klimatické pásy mohou ovlivňovat hnízdní predaci, a jak se liší druhové zastoupení predátorů v tropech a temperátu. Proto jsem se rozhodla prostudovat dosavadní studie, zodpovědět tyto otázky a zjistit, jak se může měnit intenzita vlivu výše uvedených faktorů v rámci různých klimatických zón.

V současnosti patří míra fragmentace krajiny k nejvýznamnějším a nejdiskutovanějším faktorům ovlivňující hnízdní predaci ve všech klimatických zónách (Ries *et al.*, 2004). Lidská činnost (budování infrastruktur, těžba lesa, intenzivní zemědělství, atd.) zvyšuje podíl malých fragmentů a tedy i okrajových habitatů na úkor rozsáhlých biotopů. Mnoho studií z různých oblastí světa potvrdilo zvýšenou míru hnízdní predace v okrajových biotopech (Gates a Gysel, 1978), především vlivem vyšší denzity hnízdních predátorů (Ries *et al.*, 2004). Některé ale tento jev popírají (Marini *et al.*, 1995). Proto byl vlastní terénní výzkum zaměřen na tuto problematiku a pomocí metody umělých hnízd byl zkoumán rozdíl v míře hnízdní predace na okraji a uvnitř biotopu na třech ruderálních plochách. Výsledky terénní práce mohou sloužit jako podpora dosavadních výzkumů a srovnáním studií různých klimatických pásů je možno poukázat na oblasti nedostatečné evidence o hnízdní predace.

2. Literární rešerše

2.1 Vliv klimatických pásů na životní strategii a hnízdní úspěšnost ptáků

Klimatické pásy a biotopy, které jsou jejich součástí, se od sebe liší mnoha faktory (Skutch, 1985; Mebs, 2004). Velmi rozdílné hodnoty v amplitudě teplot, vlhkosti vzduchu, množství srážek a síle dopadajících slunečných paprsků mají zásadní vliv na diverzitu rostlin a živočichů, včetně ptáků, i na jejich životní strategie (Mebs, 2004; Skutch, 1985). V tropech na rozdíl od temperátu ptáci hnízdí po celý rok (Veselovský, 2001), kladou menší vejce (Chvapil, 1985) a snůšky (Chvapil, 1985; Veselovský, 2001) i vícekrát za rok (Veselovský, 2001). Celoroční hnízdění představuje pro hnízdní predátory neomezený přísun potravy, proto je zde hnízdní predace vyšší než v jiných klimatických pásech (Skutch, 1985; Robinson *et al.*, 2000). Naopak v temperátu hnízdí ptáci v omezené hnízdní sezóně (Veselovský, 2001). Protože jsou možnosti reprodukce ptáků v rámci roku časově omezené, vkládají rodiče do ochrany snůšky více energie a více riskují své životy (Martin a Roper, 1988; Cresswell, 1997; Veselovský, 2001). Tropičtí ptáci kompenzují obranu hnízd lepším výběrem teritoria, které celoročně chrání, a díky dobré znalosti jeho kvality se mohou lépe adaptovat, a tím zvýšit míru svého přežití (Doherty, 2000; Koenig *et al.*, 2007). Naproti tomu temperátní druhy, které každoročně migrují (Newton, 1998; Ottvall *et al.*, 2005), mívají po návratu ze zimoviště relativně málo času k adekvátnímu výběru hnízdního místa a kvalita jejich odhadu proto nemusí být příliš vysoká, což snižuje šance na úspěšnou reprodukci (Wilcove, 1985; Mannan *et al.*, 2008; Vašák, 2009).

Rozdílné klimatické podmínky v tropech a temperátu mohou různou měrou ovlivňovat hnízdní úspěšnost ptáků (např. množství srážek). Oniki (1979) uvedl, že velké množství srážek v tropickém deštném pralese může snížit míru hnízdní úspěšnosti rozbitím hnízda či jeho vyplavením. Vyplavení hnízd je v tropických oblastech častým hnízdním neúspěchem pro ptáky hnízdicí na zemi, kteří se dosud nestihli adaptovat na tropické klimatické podmínky (*Columbina passerina* – Oniki, 1979). Nadmořská výška má také vliv na úspěšnost ptačích hnízd; s rostoucí výškou může míra hnízdní úspěšnosti narůstat (Skutch, 1966).

Jedním z faktorů, který se liší mezi klimatickými pásy a má velký vliv na hnízdní úspěšnost ptáků je hnízdní predace (Skutch, 1985). Podle Martin (1993) je zodpovědná až za 80 % hnízdních neúspěchů a je závislá na mnoha faktorech. Na širší prostorové škále může být hnízdní predace závislá mimo jiné na kompozici krajiny a míře její fragmentace (Wilcove, 1985; Yahner a Scott, 1988; Andrén, 1992; Paton, 1994; Andrén, 1995; Robinson *et al.*, 1995; Zquette a

Jenkins, 2000; Maina a Jackson, 2003) včetně podílu urbanizace v okolí (Lepczyk *et al.*, 2003; Clergeau *et al.*, 2006; Devictor *et al.*, 2007; López-Flores *et al.*, 2009; Møller, 2009; Sorace a Gustin, 2009).

2.2 Fragmentace krajiny a okrajový efekt

Fragmentace krajiny spočívá v dělení biotopů na menší celky. Vznikají při ní plochy („patches“) izolované od okolní krajiny („matrix“) (Anděl *et al.*, 2010), což může mít škodlivý vliv na biotu a může vést i k vyhynutí některých populací (Murcia, 1995).

Ve fragmentované krajině tvoří mnoho druhů ptáků více či méně oddělené subpopulace, které mají svoji vlastní dynamiku růstu (Robinson *et al.*, 1995; Townsend *et al.*, 2008). Tato dynamika je ovlivňována imigrací či emigrací jedinců (Townsend *et al.*, 2008), která je spolu s úspěšnou reprodukcí klíčem k přežití ve fragmentovaném prostředí (Robinson *et al.*, 1995).

Samotné účinky fragmentace, jako velikost jednotlivých ploch, míra izolace a krajinná kompozice, neovlivňují ptačí společenstva natolik jako vznik okrajů, který je s rostoucí mírou fragmentace spojený (Ries *et al.*, 2004). Okrajové biotopy jsou v mnoha směrech odlišné od biotopů interních; protože se jedná o místo styku dvou odlišných typů biotopu, lze zde nalézt vegetační společenstva obou z nich (Sisk *et al.*, 2003; Ries *et al.*, 2004). U přechodů lesních a otevřených biotopů bývá vlivem specifického vegetačního krytu znatelný rozdíl v míře oslunění nebo vlhkosti (Murcia, 1995). Některé děje v okrajích tedy mohou probíhat jinak než v interních biotopech. Tuto odlišnost nazýváme okrajový efekt (Murcia, 1995; Sisk *et al.*, 2003; Ries *et al.*, 2004). Podle Murcia (1995) je okrajový efekt složen ze dvou hlavních komponent. Abiotický okrajový efekt (1) je způsoben především rozdílem v mikroklimatu (sluneční záření, vlhkost, sucho, teplota vzduchu, atd.) mezi přilehlými okraji fragmentů, ale ovlivňuje jej i např. přechod chemických částic přes okraj (zemědělská hnojiva a postřiky), který může měnit environmentální podmínky. Biotická složka (2) zahrnuje změny v počtu a rozšíření druhu, ovlivněné fyzikálními podmínkami v blízkosti okraje (vliv světla a vlhka na růst rostlin – bujná vegetace může přilákat ptáky za účelem hnízdění), hojností potravy a fyziologickou tolerancí druhu na podmínky okraje. Biotický okrajový efekt je dále ovlivňován druhovou interakcí, soutěžením o potravu, predací a parazitizmem hnízd (Murcia, 1995). Podle Ries *et al.* (2004) existují čtyři nejdůležitější faktory ovlivňující reakci organismů na přítomnost okraje: orientace okraje (vzhledem ke světovým stranám), čas (mění se abiotické podmínky v průběhu dne, měsíce, roku – sezónnost), míra fragmentace (izolace, velikost a kompozice plochy) a kontrast okrajů. Orientace okraje ovlivňuje především míru dopadající sluneční energie a její účinky se liší v různých klimatických pásech

(Sisk *et al.*, 2003); v mírném pásu na severní polokouli dopadá nejvíce sluneční energie na jižní okraj, na jižní polokouli je naopak nejsilnější okrajový efekt na severním okraji. V tropech je míra dopadající sluneční energie na všech okrajích fragmentu stejná, proto zde orientace okraje nehraje tak důležitou roli (Ries *et al.*, 2004). Významnějším faktorem ovlivňující reakci okraje je jeho kontrast. Rozlišujeme tzv. „soft“ okraje (nízký kontrast) a „hard“ okraje (vysoký kontrast) (Ries *et al.*, 2004). Podle Sisk *et al.* (2003) a Ries *et al.* (2004) jsou hlavními faktory určující rozdíly v kontrastech a) rozdílná výška vegetace v místě okrajů přiléhajících odlišných biotopů a b) rozdílná hustota vegetace na okrajích. Rozdíly v kontrastech mohou vést k rozdílným tokům energie a látek (materiál, organismy, atd.) přes okraj. Ty patří spolu s distribucí potravinových zdrojů, jejich dostupností a druhovými interakcemi ke čtyřem základním mechanismům ovlivňujícím hojnost organismů v okrajových zónách (Ries *et al.*, 2004).

2.2.1 Vliv fragmentace krajiny a okrajového efektu na ptačí populace

Celková denzita organismů je založena především na kvalitě přilehlých fragmentů, tj. na distribuci zdrojů mezi jednotlivými plochami (Sisk *et al.*, 2003). V okrajovém biotopu mohou mít ptáci přístup ke zdrojům z obou dvou typů biotopu, takže pro mnohé druhy může být okraj atraktivnější k hnízdění (Gates a Gysel, 1978; Sisk *et al.*, 2003). Vyšší denzita hnízd však může přilákat nesespecializované hnízdní predátory, což zvyšuje riziko hnízdního neúspěchu (Gates a Gysel, 1978). Marini *et al.* (1995) ve své terénní studii potvrdil, že vyšší hustota kořisti v blízkosti okrajů může zvyšovat denzitu a diverzitu hnízdních predátorů. Tento jev se objevuje v temperátní i tropické zóně, což potvrzuje řada studií (Martin a Roper, 1988; Martin, 1993; Sisk *et al.*, 2003; Ries *et al.*, 2004; Townsend *et al.*, 2008). Podle Sisk *et al.* (2003) a Ries *et al.* (2004) existují tři hlavní příčiny zvýšené prosperity a denzity hnízdních predátorů v blízkosti okrajů. Pokud dva sousedící habitaty obsahují stejný potravní zdroj, konzument upřednostňuje habitat kvalitnější (větší denzita zdroje) a jeho denzita směrem do druhého habitatu klesá. Tento efekt je nazýván "matrix effect" nebo také "spillover effect" (Lidicker, 1999). Dva k sobě přiléhající habitaty mohou také obsahovat odlišné potravní zdroje a vzájemně se tak doplňovat. V tom případě je nejvyšší denzita hnízdních predátorů soustředěna na okraji z důvodu snadnějšího přístupu k oběma biotopům. Ve třetím případě je zvýšená koncentrace zdrojů přímo na okraji, proto je nejvyšší denzita konzumentů soustředěna přímo tam. Lidicker (1999) druhý a třetí případ označuje jako „ecotonal effect“. Pokud spolu sousedí dvě kvalitativně rovnocenné oblasti se stejnými zdroji, denzita predátorů se na okraji nezvýší (Ries *et al.*, 2004). Příčiny zvýšené denzity predátorů byly detailně popsány v práci Ries *et al.* (2004) a vztahují se na temperátní i

tropickou zónu.

Ačkoliv je vliv okrajového efektu na hnízdní úspěšnost (Wilcove, 1985; Robinson *et al.*, 1995) a denzitu mnoha druhů ptáků znám, málo studií se shoduje na tom, zdali jej lze měřit, do jaké míry negativně ovlivňuje ptačí populace nebo jak nejlépe okraj definovat (DeGraaf, 1995). Síla okrajového efektu klesá směrem do centra fragmentu (Paton, 1994; Andrén, 1995; Maina a Jackson, 2003) a podle Paton (1994), jehož práce srovnává dosavadní studie o okrajovém efektu, se nejvíce projevuje do 50 metrů od okrajové zóny, přičemž největší ztráty hnízd predací se projevují ve vzdálenosti 25 m od okraje. Existují však studie, které zaznamenaly okrajový efekt ve větších vzdálenostech od okraje – např. v temperátní zóně ve vzdálenosti 300 – 600 m od okraje (Wilcove *et al.*, 1986), v tropickém klimatu kolem 100 m od okraje (Maina a Jackson, 2003). Některé studie (tropů i temperátu) ale prokázaly opačný jev; predace křovinných hnízd rostla se vzdáleností od okraje (Marini *et al.*, 1995; Arango-Vélez a Kattan, 1997). Stejně výsledky uvedl i Vander Haegen a DeGraaf (1996) při studiu hnízdní úspěšnosti pozemních hnízd na plantážích nebo Boukhriss *et al.* (2009) v pouštní oáze. Většina studií ale zvyšující se míru hnízdní predace se vzdáleností od okraje nepotvrdila.

Villard (1998) klasifikoval ptáky podle preferovaného místa výskytu a hnízdění do tří kategorií: 1) specialisté na okrajový biotop, 2) generalisté a 3) specialisté na vnitřní biotop. Poslední zmíněná skupina ptáků, mezi které patří například lesňáček kápovalý (*Wilsonia citrina*), zelenáček brýlatý (*Vireo solitarius*) nebo lesňáček proužkoboký (*Dendroica virens*) (Villard, 1998; Fraser a Stutchbury, 2004), se okrajovým biotopům většinou záměrně vyhýbá (tzv. „edge sensitive birds“ – druhy citlivé na okraj) (Villard, 1998; Ries *et al.*, 2004). Pro takové druhy je mimo jiné i typická neochota přelétávat přes okrajové zóny přilehlých habitatů (Fraser a Stutchbury, 2004). Ptáci nemusí být citliví jenom na přítomnost okrajového biotopu, ale i na velikost plochy, kterou obývají (tzv. "area sensitive birds"; např. taranga šarlatová (*Piranga olivacea*)) (Villard, 1998; Fraser a Stutchbury, 2004; Ries a kol, 2004)).

Podle Fraser a Stutchbury (2004) tvoří fragmentace bariéry, které musí ptáci překonávat. Fraser a Stutchbury (2004), studující migrující lesní ptáky v tropickém klimatu, dále uvedli, že 1) se zvýšenou mírou fragmentace může docházet ke snížení schopnosti nalézt partnera a následné reprodukce ptáků, 2) „area sensitive“ druhy se vyhýbají hnízdění v malých lesních fragmentech a 3) při cestování budou dávat přednost koridorům a budou se vyhýbat velkým nezalesněným oblastem. Stejného názoru je i řada prací temperátní zóny (Villard, 1998; Ries *et al.*, 2004). Pokud ale není míra fragmentace a izolace ploch, které ptáci obývají, příliš vysoká, nemusí jim fragmentační bariéra nebo přítomnost okrajové zóny bránit v přesunech v krajině (Wiens, 1994). Nízká míra kolonizace malých fragmentů může být podle Wiens (1994) způsobena buď

vrozeným návykem na určitou velikost plochy nebo vyšším predačním rizikem.

2.2.2 Evidence okrajového efektu v rámci různých klimatických zón

Fragmentovaná krajina s vysokým podílem okrajů negativně ovlivňuje rozmnožovací schopnosti ptáků (Wilcove, 1985; Robinson *et al.*, 1995), jejichž populace mohou následně klesat vlivem vysoké míry hnízdní predace (Wilcove, 1985; Yahner a Scott, 1988; Zanette a Jenkins, 2000; Andrén, 1995) a parazitizmu hnízd (Wilcove, 1985). Se zmenšující se velikostí jednotlivých fragmentů a nárůstem podílu okrajové zóny bývá tento jev více viditelný (Andrén, 1992). Intenzita okrajového efektu se sice může v různých klimatických zónách nebo v jednotlivých stanovištích v rámci jedné klimatické zóny měnit (Wilcove, 1985; Murcia, 1995; Zanette a Jenkins, 2000; Sisk *et al.*, 2003; Ries *et al.*, 2004), ale jedná se o jev široce rozšířený (Villard, 1998; Ries *et al.*, 2004), což potvrdila řada studií zkoumající okrajový efekt v tropech (Estrada *et al.*, 2002; Maina a Jackson, 2003; Githiru *et al.*, 2004) i v temperátu (Robinson *et al.*, 1995; Danielson *et al.*, 1997; Bollinger a Linder, 1994; Zanette a Jenkins, 2000). Tyto studie neobjevily žádný výrazný rozdíl v intenzitě okrajového efektu v rámci různých klimatických zón.

Většina dnešních studií je zaměřena na studium dopadů fragmentace a okrajového efektu na ptačí populace v lesích mírného pásu a v tropických deštných lesích (Gibbs, 1991; Bollinger a Linder, 1994; Marini *et al.*, 1995; Murcia, 1995; Robinson *et al.*, 1995; Villard, 1998; Zanette a Jenkins, 2000; Maina a Jackson, 2003; Githiru *et al.*, 2004; Fraser a Stotchbury, 2004), popřípadě v lesích hor (Arango-Vélez a Kattan, 1997) nebo na ostrovech v mořích (Wiens, 1994). Naopak byl dosud málo zkoumán vliv fragmentace a okrajového efektu na avifaunu v pouštních biotopech a mokřadech, v tundrovém biotopu evidence zcela chybí. Okrajový efekt byl zatím nejvíce zkoumán mezi dvěma velmi rozdílnými biotopy (Ries *et al.*, 2004), nejčastěji se jedná o přechod mezi lesem a jiným typem biotopu: zemědělská krajina (Wilcove, 1985; Andrén, 1992), město (Danielson *et al.*, 1997) a pastviny (Estrada *et al.*, 2002). Nejsilnější evidence o fragmentaci, okrajovém efektu a jejich vlivu na hnízdní úspěšnost je ze Severní a Střední Ameriky a Evropského kontinentu. Několik studií bylo sepsáno také v Austrálii a tropické Africe, bohužel málo studií se zaměřuje na zkoumání těchto jevů na Asijském kontinentu v tropech i temperátu.

2.3 Urbanizace a její vliv na hnízdní úspěšnost ptáků

Za velkou část fragmentace krajiny a následného nárůstu podílu okrajového biotopu je dnes ve všech klimatických pásech zodpovědný člověk. Ve většině případů se jedná o zábor plochy pro zemědělské účely (DeGraaf, 1995), avšak nelze opomenout rozrůstání lidských sídel, které v současné době tvoří již 50,5 % povrchu pevniny (CIA, 2013). Proces urbanizace - tedy osidlování krajiny člověkem, je specifickým druhem fragmentace, při němž je původní biota postupně přeměněna či nahrazena městskými objekty a infrastrukturou (Devictor *et al.*, 2007; Møller, 2009).

Řada studií (Marzluff, 2001; Chace a Walsh, 2006; Palomino a Carrascal, 2006; Devictor *et al.*, 2007; Møller, 2009) uvedla, že urbanizace má na floru i faunu homogenizační vliv, což může podle Devictor *et al.* (2007) snížit schopnost organismu přežít (méně kvalitních hnízdišť nebo jejich absence, nižší rozmanitost zdrojů, atd.). Někteří autoři tvrdí (Palomino a Carrascal, 2006; Sorace a Gustin, 2009), že na diverzitu ptáků má velký vliv stupeň vývoje urbanizace. Jeho počátek je spojen s vyšší diverzitou prostředí, což může přilákat pestrá škála ptačích druhů (Chace a Walsh, 2006). Při následném rozrůstání měst postupně dochází k homogenizaci krajiny a s ním spojenému snižování rozmanitosti ptačích druhů (Marzluff, 2001; Palomino a Carrascal, 2006; Devictor *et al.*, 2007). Proto se města s četnými parky a zahradami vyznačují větší diverzitou avifauny než hustě zastavěná velkoměsta (Palomino a Carrascal, 2006). V extrémně urbanizované krajině mohou fragmenty původních habitatů zcela chybět (Palomino a Carrascal, 2006; Donovan a Thomson, 2001). Celková hnízdní úspěšnost zde tedy může být celoplošně nízká a vliv okrajového efektu na reprodukční úspěch se vůbec nemusí projevit (Donovan a Thomson, 2001). Míra urbanizace je v rozvojových státech tropických oblastí na rozdíl od vyspělých států temperátu nižší, avšak v posledních letech rychle stoupá (CIA, 2013). Lze tedy předpokládat, že i v tropických oblastech bude počet kvalitních míst k hnízdění postupně klesat, což by se mohlo projevit snížením míry hnízdní úspěšnosti u ptačích populací.

Na extrémně urbanizovanou krajinu se adaptovalo jen málo ptačích druhů, např. holub domácí (*Columba livia f. domestica*) (Palomino a Carrascal, 2006), rorýs obecný (*Apus apus*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*) nebo někteří krkavcovití (*Corvidae*) (Tkadlec, 2008).

Městské prostředí poskytuje ptačím populacím značné výhody. Jedná se především o lepší nabídku lokálně specifických zdrojů (potrava, úkryty, místa k hnízdění – viz Marzluff, 2001; Palomino a Carrascal, 2006; Chace a Walsh, 2006; Anderies *et al.*, 2007; Fuller *et al.*, 2008; Møller, 2009, 2010; Stracey, 2011) a ochranu proti nepříznivým vlivům počasí (Møller, 2010), což poskytují města všech klimatických zón (Anderies *et al.*, 2007). V městském prostředí bývá

teplejší klima (Møller, 2010) a delší vegetační doba (Møller, 2009) než v mimoměstských oblastech. V tropických oblastech, kde se teplé počasí a zelená vegetace drží po celý rok, jsou tyto výhody méně důležité (Chace a Walsh, 2006). Díky uvedeným pozitivům urbanizace se mnoho ptačích druhů záměrně stěhuje do měst (Chace a Walsh, 2006) a populace, které se dokázaly adaptovat na přítomnost člověka, dosahují ve městech vyšších hustot (Marzluff, 2001; Palomino a Carrascal, 2006; Fuller *et al.*, 2008; Møller, 2009). Navíc v některých oblastech mírného pásu vznikly výhodné podmínky umožňující přezimování mnoha druhů, které dříve pravidelně táhly na dlouhé vzdálenosti. Příkladem jsou tisíce pěnic černohlavých (*Sylvia atricapilla*) ze západoevropské populace, které nově táhnou do Velké Británie místo tradičního zimoviště v Africe (Veselovský, 2001).

Navzdory výhodám však městské prostředí skýtá pro ptáky i jistá rizika. Například straka obecná (*Pica pica*) má sice v urbanizovaných zónách vyšší denzitu, ale její hnízdní úspěšnost zde může být nižší než mimo ně (Antonov a Atanasova, 2003). Je možné, že potravní zdroje ve městech jsou sice četnější, ale méně kvalitní než v původním prostředí. Alternativně, ptáci žijící ve městech mohou být kompetičně slabší jedinci, kteří byli z kvalitního prostředí vytlačeni (Shochat, 2004). Městské prostředí může tedy fungovat i jako podpůrný biotop pro nekvalitní jedince. Vysoké hustoty ptáků v jednom místě také mohou zvýšit riziko přenosu chorob (Anderies *et al.*, 2007) a parazitů (Anderies *et al.*, 2007; Møller, 2009). Navíc mohou přilákat městské hnízdní predátory (López-Flores *et al.*, 2009) a zvýšit tím riziko hnízdní predace (Sorace a Gustin, 2009; Møller, 2009). Druhy, které jsou schopny snést tyto negativní účinky při své vysoké hustotě, se stávají úspěšnými kolonizátory urbanizovaných zón (Møller, 2009).

2.3.1 Hnízdní predace měst a okolí

Urbanizované plochy jsou díky četným zdrojům atraktivní také pro mnohé druhy nespecializovaných, středně velkých hnízdních predátorů (např. krkavcovití, kunovité šelmy, mývalové, domácí kočky - viz Danielson *et al.*, 1997; Lepczyk *et al.*, 2003; Møller, 2009; Sorace a Gustin, 2009), kteří zde nemají přirozené nepřátele (tzv. „mesopredator release“) (Danielson *et al.*, 1997; Lepczyk *et al.*, 2003; Maina a Jackson, 2003; Sorace a Gustin, 2009). Přestože se jejich diverzita mění podle míry urbanizace (Sorace a Gustin, 2009), predáčnický tlak na dospělé ptáky a jejich hnízda může v městském prostředí narůstat (López-Flores *et al.*, 2009; Sorace a Gustin, 2009).

Přestože mnohé studie potvrdily, že míra hnízdní predace je ve městech vyšší vlivem zvýšené denzity hnízdních predátorů (Clergeau *et al.*, 2006; López-Flores *et al.*, 2009; Sorace a

Gustin, 2009), jiné prokázaly opačný trend, kdy jsou sice počty predátorů ve městech vyšší, ale míra predace hnízd je nižší než v mimoměstských oblastech (Sorace a Gustin, 2009; Lepczyk *et al.*, 2003; Sinclair *et al.*, 2005; Stracey, 2011). Tento stav je v literatuře označován jako „paradox městských hnízdních predátorů“ (Stracey, 2011). Podle Schmidt *et al.* (2001), některé druhy hnízdních predátorů plení hnízda jen zřídka, kdežto podíl hnízdní predace jinými druhy je považován za jednu z velmi důležitých příčin hnízdního neúspěchu ptáků. Mnohdy tedy může být rozdílná denzita hnízdních predátorů v různých městech odpovědná za přibližně stejný predací tlak na ptačí hnízda (Schmidt *et al.*, 2001; Stracey, 2011). To může být způsobeno rozdílnými potravními preferencemi v rámci jednotlivých druhů, populací i jednotlivých hnízdních predátorů (Schmidt *et al.*, 2001). Podle Angelstam (1986) tvoří ptačí vejce pouze 1 % jídelníčku hnízdních predátorů. Lze tedy předpokládat, že jejich potravní preference se mohou měnit i mezi sezónami v závislosti na distribuci jejich hlavní kořisti (tzv. „hypotéza alternativní kořisti“ – Stracey, 2011). Riziko hnízdní predace může být také zvýšeno díky horšímu skrytí hnízd vlivem redukovaného množství městské vegetace (López-Flores *et al.*, 2009) nebo vysazováním exotických druhů rostlin, s odlišnou morfologií větví, na úkor přirozené vegetace (Chace a Walsh, 2006). To potvrdili i Jokimaki a Huhta (2000), kteří pozorovali vyšší míru predací hnízd v upravovaných parcích než v parcích s přirozeným vegetačním porostem.

Ačkoliv se ptáci na městské prostředí mnoha způsoby adaptovali (vyšší frekvence alarmujících volání a výkřiků, intenzivnější únikové chování, vyšší plodnost, zvýšená imunita vůči parazitárnímu onemocnění - viz Marzluff, 2001; Chace a Walsh, 2006; Palomino a Carrascal, 2006; Fuller *et al.*, 2008; Møller, 2009, 2010; Møller a Ibáñez-Álamo, 2012), mnoho studií potvrdilo ve městech vyšší míru predace hnízd (Wilcove, 1985; Jokimaki a Huhta, 2000; Clergeau *et al.*, 2006; López-Flores *et al.*, 2009; Sorace a Gustin, 2009) než v příměstských oblastech.

Palomino a Carrascal (2006) uvedli, že většina zkoumaných městských lokalit je pro snadnější výzkum umístěna v relativně homogenním prostředí a je třeba soustředit další práce do oblastí krajinné mozaiky s široce rozptýlenou urbanizací. Přímé účinky urbanizace na ptačí komunity, jako např. degradace stanoviště (Chace a Walsh, 2006; Devictor *et al.*, 2007), imigrace exotických druhů (Lepczyk *et al.*, 2003; Møller, 2009), odlišná komunita predátorů (Chace a Walsh, 2006; Møller, 2009; Sorace a Gustin, 2009) jsou podle Chace a Walsh (2006) dosud málo prozkoumány v tropických oblastech. To by mohl být důvod, proč nebyl zjištěn výrazný rozdíl v míře predace ptačích hnízd v krajině fragmentované urbanizací v tropickém (López-Flores *et al.*, 2009), subtropickém (Sorace a Gustin, 2009) nebo mírném (Clergeau *et al.*, 2006; Palomino a Carrascal, 2006; Stracey, 2011) klimatickém pásu.

2.4 Adaptace ptáků na hnízdní predaci

Ptáci se na vyšší množství predátorů a tím i zvýšenou hnízdní predaci ve fragmentované krajině a v blízkosti okrajů mohou adaptovat např. umístěním hnízd (Wilcove, 1985; Andrén, 1995; DeGraaf, 1995; Cresswell, 1997; Koenig *et al.*, 2007), typem hnízda (zemní, dutinové, keřové) (Martin, 1987; Yahner a Delong, 1992; DeGraaf, 1995; Tellería a Diaz, 1995), mírou jeho ukrytí (Martin a Roper, 1988; Veselovský, 2001), hustotou hnízd (Vlasák, 1986; Martin a Roper, 1988), velikostí snůšky (Chvapil, 1985; Veselovský, 2001; Lloyd a Martin, 2005) nebo její aktivní obranou (Davies, 2007; Welbergen a Davies, 2009). Prostředí více prostorově heterogenní poskytuje větší rozmanitost mikrohabitátů, a tedy více možností pro skrytí hnízda před predátory (Townsend *et al.*, 2008). Samotný charakter vegetace může silně ovlivňovat výběr hnízdního místa a míru ukrytí samotného hnízda (Martin a Roper, 1988; Koenig *et al.*, 2007). Například v tropických oblastech je při výběru hnízdního místa důležité vybírat stromy bez propojených korun, lián a další popínavé vegetace, jelikož právě ty umožňují stromovým hadům snadnější pohyb a zvyšují riziko predace (Koenig *et al.*, 2007).

Hustota a výška vegetace i výška hnízda samotného může bránit přenosu zrakových, chemických i sluchových podnětů, a tudíž chránit hnízdo před objevením predátory (Martin a Roper, 1988). U případů náhodné predace či predace savčími predátory, kteří vyhledají hnízdo pomocí čichu, jsou ale faktory umístění a skrytí hnízd méně důležité (Vickery *et al.*, 1992; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Githiru *et al.*, 2004).

Některé druhy ptáků používají k ukrytí hnízda mimikry v opeření, díky kterým dokážou při inkubaci zcela splynout se svým okolím (Doherty, 2000). Druhy, které hnízdo opouští, mívají naopak mimeticky zbarvená vejce (bahňáci, čejky, atd.) (Davies, 2007). Jiné druhy neinvestují energii do tvorby maskovacích adaptací a svá hnízda aktivně brání (Mebs, 2004). Čím méně energie vkládají do výběru hnízdního místa, tím více investují do aktivní obrany hnízda (Martin a Roper, 1988; Cresswell, 1997). Mechanizmy obrany mohou být různé - kulíci předstírají zranění a postupně dravce odvádějí co nejdál od hnízda (Doherty, 2000), kajky a buňáci využívají k odrazení nepřítele pronikavý zápach (Doherty, 2000). Jiné druhy na predátora aktivně útočí (tzv. mobbing) samostatně (čejky) nebo v hejnech (zpěvní ptáci) a současně vydávají hlasitý křik, který varuje ostatní ptáky (Davies, 2007; Welbergen a Davies, 2009). Skupinový útok je efektivní adaptací na zvýšenou hnízdní predaci zejména u druhů s vyšší hustotou hnízd (Ottvall *et al.*, 2005). S rostoucí hustotou ptačích hnízd však může také růst míra predčního tlaku (Newton, 1998; Wallander *et al.*, 2006), protože predátoři nacházejí snůšky častěji (Vlasák, 1986; Martin a Roper, 1988; Newton, 1998). Někteří predátoři si mohou

zafixovat polohu a podobu hnízda formou imprintingu (Martin a Roper, 1988) a opakovaně se vracet, aby jej vypreduvali (Newton, 1998). Různé typy hnízd mohou trpět různou mírou predace (Martin, 1987; Yahner a Scott, 1988; DeGraaf, 1995; Tellería a Diaz, 1995). Studie temperátní zóny (Martin, 1987; DeGraaf, 1995) uvedly, že pozemní hnízda jsou predáčnickému tlaku vystavena nejvíce. Oproti tomu v tropické Americe některé studie (Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007; Klug *et al.*, 2010) uvedly, že zde nadzemní ptačí hnízda trpí vyšší mírou predace než pozemní hnízda. To může být způsobeno rozdílnou diverzitou hnízdních predátorů v rámci klimatických páسů (Skutch, 1985). Podle Skutch (1966) a Oniki (1979) jsou v tropické i temperátní klimatické zóně hnízda v dutinách stromů úspěšnější než otevřená hnízda. Různé typy hnízd mohou být také predovány různými typy predátorů (DeGraaf, 1995). V tropickém klimatickém pásu byli hadi (*Serpentes*) shledáni významnými predátory hnízd na stromech (Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007), v dutinách (Koenig *et al.*, 2007) a keřích (Klug *et al.*, 2010), zatímco savci (Estrada *et al.*, 2002) a ptáci (Mezquida a Marone, 2003) byli převažujícími predátory pozemních hnízd. V temperátní zóně byli středně velcí savci čeledi lasicovití (*Mustelidae*) důležitými predátory keřových hnízd, zatímco pozemní hnízda byla nejvíce predována drobnými savci - hlodavci (*Rodentia*) (DeGraaf, 1995).

Nejen typ hnízda, ale i velikost snůšky může mít v odlišných klimatických pásech velmi zásadní vliv na míru hnízdní úspěšnosti (Skutch, 1949). Každé snesené vejce přidává šanci, že hnízdo přežije další den (Lloyd a Martin, 2005). Na druhou stranu s větším počtem vajec se hnízdo stává nápadnější, takže může být snáze objeveno a zničeno (Veselovský, 2001). Pokud je hnízdění vlivem útoku predátora neúspěšné, mohou některé druhy v jedné sezóně snést náhradní snůšku (Chvapil, 1985; Veselovský, 2001). Bylo dokonce prokázáno, že některé druhy, u kterých jsou vejce postupně experimentálně odstraňována, mohou snášet dále a snést tak až několik desítek vajec, což zvyšuje úspěšnost snůšky (Chvapil, 1985). Podle Veselovský (2001) je celková velikost snůšky ovlivněna mnoha faktory. Jedním z důležitých faktorů je zeměpisná šířka a typ podnebného pásu; od rovníku k pólům se snůšky zvětšují (Chvapil, 1985). Lokálně specifické klimatické výkyvy počasí, měnící se roční období a dostatek potravy může mít na velikost snůšky a délku snůškového období také zásadní vliv (Chvapil, 1985). Chvapil (1985) například uvedl, že pouštní druhy čeledi tabonovitých (*Megapodiidae*) obvykle snášíjí jedno vejce každých 5 dní, avšak v období sucha potřebují na snesení až 9 dní. Velikost snůšky je dále závislá na typu biotopu; podle Veselovský (2001) v savanách, prériích a dalších bezlesých biotopech snášíjí ptáci více vajec než v deštných pralesích. Též ostrovní ptáci kladou méně vajec než ptáci kontinentální (Veselovský, 2001). Dalšími faktory mohou být například morfologické vlastnosti, věk, kondice a životní strategie daného druhu a jedince (Chvapil, 1985; Veselovský,

2001; Lloyd a Martin, 2005). Kondice jedince může kromě velikosti snůšky i nepřímo ovlivnit míru hnízdní predace; jedinec se špatnou kondicí se může rozhodnout pro méně vhodné umístění hnízda a následně také snést menší snůšku vajec, než je optimum, čímž pravděpodobnost přežití hnízda klesá (Lloyd a Martin, 2005). Při špatném zahníždění nebo nedostatku potravy může být rychlost růstu mláďete zpomalená (Chvapil, 1985; Veselovský, 2001), což může snížit pravděpodobnost jeho budoucího přežití (Lloyd a Martin, 2005).

2.5 Hnízdní predátoři různých klimatických pásů

Adaptace ptačích populací na přítomnost hnízdních predátorů v biotopu jsou mnohdy omezené, protože predace ptačích hnízd je z velké části náhodná (Vickery *et al.*, 1992; Schmidt a kol, 2002; Githiru *et al.*, 2004) a diverzita druhů, které predují ptačí hnízda, je vysoká (Marini *et al.*, 1995). Rozdílné druhové zastoupení hnízdních predátorů v různých klimatických zónách a biotopech může být podle řady autorů (Skutch, 1949; Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Robinson *et al.*, 2000) jedním z důvodů, proč je predanční tlak na hnízdící ptáky v tropických oblastech vyšší než v ostatních klimatických pásmech. Napříč zoologickým systémem patří mezi nejdůležitější skupiny predátorů ptačích hnízd ptáci (*Aves*), savci (*Mammalia*) a plazi (*Reptilia*) (Gibbs, 1991; Vickery *et al.*, 1992; Tellería a Diaz, 1995; Newton, 1998). Jejich diverzita v rámci klimatických pásů i způsob predace ptačích hnízd se u každé skupiny liší.

2.5.1 Ptáci

Podle Mebs (2004) žije na Zemi okolo 290 ptačích druhů, které predují ptačí hnízda nebo loví dospělé ptáky – z nich 220 druhů žije v tropických savanách a deštných pralesích. V arktických oblastech můžeme najít pouze 4 druhy a v Evropě 39 druhů (Mebs, 2004). Navíc mnohé temperátní druhy ptáků (například včelojed lesní (*Pernis apivorus*), moták lužní (*Circus pygargus*), orlík krátkoprstý (*Circaetus gallicus*), atd.) jsou tažné a v místech svého zimoviště (Afrika, Asie a Střední Amerika) mohou částečně zvýšit míru hnízdní predace (Estrada *et al.*, 2002; Mebs, 2004). Přehled nejdůležitějších čeledí ptačích hnízdních predátorů v různých klimatických pásmech je uveden v Tabulce 1 v kapitole 6.1 – souhrn výsledků z literární rešerše.

Ptačí predátoři vyhledávají ptačí hnízda především na základě vizuálních podnětů (Tellería a Diaz, 1995; Schmidt *et al.*, 2002). Většina druhů je uzpůsobena k lovu ve dne (Jackson a Green, 2000) v otevřené krajině (louky, pastviny, atd.) (Jackson a Green, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Batáry *et al.*, 2004; Ottvall *et al.*, 2005; Wallander *et al.*, 2006; Isaksson *et al.*, 2007;

López-Flores *et al.*, 2009; Nordby *et al.*, 2009). Někteří lesní ptačí predátoři jako krahujec či jestřáb sice hnízdí v lese, ale lovit létají na otevřená stanoviště (Mebs, 2004; Ottvall *et al.*, 2005). Mnozí využívají vyvýšené struktury jako pozorovatelný při vyhledávání kořisti – ať už se jedná o osamělé stromy a keře (Ottvall *et al.*, 2005; Wallander *et al.*, 2006), nebo člověkem vytvořené liniové struktury jako jsou ploty a zdi (Wallander *et al.*, 2006). Některé studie prokázaly zvýšenou predanční míru v blízkosti ptačích pozorovatelů, jiné ji vyloučily (Ottvall *et al.*, 2005). Podle Roos a Pärt (2004) se ptáci snaží těmito oblastem vyhýbat. Estrada *et al.* (2002) zaznamenal mnoho druhů ptačích hnízdních predátorů - sojka hnědá (*Cyanocorax morio*), vlhovec velkoocasý (*Quiscalus mexicanus*), vlhovec zpěvavý (*Dives dives*), tyran benteví (*Pitangus sulphuratus*) a vlhovec aztécký (*Psarocolius montezuma*), užívajících liniové struktury jako např. pásy vegetace podél potoků, živých plotů a koridorů k pohybu v krajině (tzv. „travel lines“ - Wegner a Merriam, 1979).

Řada studií uvádí ptačí predátory jako hlavní hnízdní predátory městského prostředí v tropech (López-Flores *et al.*, 2009), subtropích (Gering a Blair, 1999; Lepczyk *et al.*, 2003; Sorace a Gustin, 2009; Stracey, 2011) i temperátu (Danielson *et al.*, 1997; Clergeau *et al.*, 2006). Někteří v silně urbanizovaných oblastech zahrnízují, jiní sem pouze létají lovit z periferie měst či okolního prostředí (Stracey, 2011). Některé druhy jsou přitahovány městskými parky, které představují bezpečné hnízdění a rozmanitější přísun potravy (Chace a Walsh, 2006). V průběhu posledních desítek let můžeme pozorovat u některých druhů hnízdních predátorů, např. u mnohých krkavcovitých (*Corvidae*), tendenci pronikat více do městského prostředí (Sorace a Gustin, 2009).

Podle López-Flores *et al.* (2009) mohou ve městech ptačí hnízda predovat i takové druhy, jako např. vrabec domácí (*Passer domesticus*) a vlhovec bronzový (*Molothrus aeneus*), které nejsou považovány za typické hnízdní predátory. Odstraňují však vejce a mláďata z hnízd jiných druhů (Gowaty, 1984; López-Flores *et al.*, 2009) - podle Gowaty (1984) se jedná o agresivní kompetici mezi některými ptačími druhy.

2.5.2 Savci

Též diverzita nespécializovaných i specializovaných savčích predátorů je ve srovnání s temperátními oblastmi v tropech daleko vyšší (Clutton-Brock a Wilson, 2002). Přehled čeledí savčích hnízdních predátorů zaznamenaných ve studiích různých klimatických zón je uveden v Tabulce 2 v kapitole 6.1 – souhrn výsledků z literární rešerše.

Savčí hnízdni predátoři, oproti ptačím, vyhledávají kořist pomocí čichových podnětů (Schmidt *et al.*, 2001). Většina z nich je aktivních zejména v noci (Jackson a Green, 2000; Estrada *et al.*, 2002) a mnozí (např. vačnatci, lasice a kočky) využívají k snadnějšímu pohybu krajinou lineární pásy vegetace (viz výše zmíněné „travel lines“) (Estrada *et al.*, 1994). Podle řady autorů (Schmidt *et al.*, 2001; Estrada *et al.*, 2002; Schmidt *et al.*, 2002) je predace ptačích hnízd malými savci, jako jsou myši či rejsci, hodně podceňována. Estrada *et al.* (2002) uvedl, že mohou patřit k důležitým hnízdni predátorům.

Mnoho savčích hnízdni predátorů je přizpůsobena ke šplhání a preferují lov v husté vegetaci lesních okrajů (Estrada *et al.*, 2002). Také některé mobilní druhy interních biotopů, např. aguti černý (*Dasyprocta mexicana*), pekari páskovaný (*Pecari tajacu*), nosál bělonosý (*Nasua narica*), kuna brazilská (*Eira barbara*), kočky (*Felis spp.*) aj. (Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004), mohou navštěvovat okrajové zóny (Estrada *et al.*, 2002).

Mnozí savčí hnízdni predátoři jsou hojní napříč klimatickými zónami také v městském prostředí. Zástupci čeledi hlodavců jsou hojní v rámci celého města a jejich denzita může směrem do centra města stoupat (Sinclair *et al.*, 2005; Stracey, 2011). Oproti tomu, většina středně velkých savčích hnízdni predátorů upřednostňuje oblasti s menším počtem lidských obydlí v přilehlé suburbánní krajině s větším množstvím vegetace a koridorů (Sinclair *et al.*, 2005). Například počty mývalů severních (*Procyon lotor*) v subtropickém Massachusetts (USA) byly vyšší na okrajích měst nebo v oblastech s menším podílem hřišť, silnic a zahrad a zároveň s větším podílem vegetace a stromové klenby (Danielson *et al.*, 1997; Sinclair *et al.*, 2005). Vačice virginské (*Didelphis virginiana*) v subtropické Severní Karolíně (USA) upřednostňovaly oblasti s vyšší trávou na předměstích (Sinclair *et al.*, 2005).

Mezi významné savčí hnízdni predátory patří v mnoha klimatických zónách světa také kočka domácí (*Felis silvestris catus*) (Stracey, 2011). Ve městech zaplňuje podobnou ekologickou niku jako výše uvedení nespécializovaní středně velcí predátoři (Sinclair *et al.*, 2005) a je hojná v rámci celého města (Sinclair *et al.*, 2005; Stracey, 2011). Přestože v jejich jídelníčku dominují drobní savci a ptáci (Lepczyk *et al.*, 2003), někdy si svou stravu doplní o ptačí vejce či mláďata (Stracey, 2011). Predace ptačích hnízd a mláďat kočkou domácí je podle Lepczyk *et al.* (2003) a Stracey (2011) velmi podceňována. Stracey (2011) uvedl, že v některých městech je míra predace hnízd kočkou vyšší než ptačími hnízdni predátory. Populace městských koček žijí díky člověku uchráněny od predátorů a parazitů, takže predací tlak vytvářený z jejich strany na ptačí populace může být velmi intenzivní (Lepczyk *et al.*, 2003). Na

druhou stranu, kočky jsou hojně přikrmovány ze strany člověka. Jejich potřeba lovit tedy nevyplývá většinou z hladu, ale z loveckého instinktu (Stracey, 2011).

2.5.3 Plazi

Plazi patří mezi důležité predátory pozemních (Bollinger a Linder, 1994; Klug *et al.*, 2010) i stromových (Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007) druhů ptáků a jejich hnízd. Protože se jedná o exotermní živočichy, jejich diverzita prudce roste směrem do subtropů a tropů (Baruš a Oliva, 1992; Čihař, 1993). V mírném a arktickém klimatickém pásu predují ptačí hnízda pouze minimálně (Baruš a Oliva, 1992), protože jejich diverzita je zde ve srovnání s tropickými oblastmi velmi nízká. K významným hnízdním predátorům patří zástupci řádu šupinatí (*Squamata*) (Baruš a Oliva, 1992; Čihař, 1993), dokumentace o případech predace hnízd ostatními řády (krokodýli, haterie a želvy) nebyla nalezena. Druhové zastoupení v rámci podřádu ještěřů (*Sauria*) a hadů (*Serpentes*) se výrazně mění dle kontinentu; zatímco v Evropě, Austrálii a na ostrovech jsou druhově bohatší ještěři (Baruš a Oliva, 1992), v tropické a subtropické Americe jsou druhově bohatší hadi (Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007; Klug *et al.*, 2010). Přehled významných plazích hnízdních predátorů, zaznamenaných v několika subtropických a tropických studiích, je uveden v Tabulce 3 v kapitole 6.1 – souhrn výsledků z literární rešerše.

Pro lokalizaci hnízd využívají plazi převážně zraku (Baruš a Oliva, 1992), u hadů a varanů je navíc důležitý tzv. Jacobsonův orgán, pomocí kterého vnímají pachy a vyhodnocují chemické částice přenášené vzduchem (Baruš a Oliva, 1992; Čihař, 1993). Na rozdíl od ptáků a savců mohou některé druhy plazů ptačí hnízda vyhledávat aktivním pátráním (Klug *et al.*, 2010). Skupinou specializovanou na vyhledávání ptačích hnízd jsou např. vejcožrouti (*Dasypeltinae*) z čeledi užovkovití. Tito hadi obývají převážně africké pouště. Jejich tlama je bezzubá, opatřená lepkavou sliznicí zabraňující vyklouznutí vejce. Zvlášť uzpůsobené jícnové obratle rozříznou skořápku a další z vejce vymáčknou jeho tekutý obsah, zbytek skořápek vyvrhují (Čihař, 1993).

Plazí hnízdní predátoři loví v otevřených biotopech (Vickery *et al.*, 1992; Čihař, 1993; Bollinger a Linder, 1994; Wallander *et al.*, 2006; Klug *et al.*, 2010), lesních fragmentech (Estrada *et al.*, 2002) i v rozsáhlých lesních celcích (Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Maina a Jackson, 2003; Koenig *et al.*, 2007). Byli zaznamenáni jako důležití hnízdní predátoři v subtropických amerických savanách (Bollinger a Linder, 1994; Klug *et al.*, 2010), v polopouštích (Čihař, 1993), pouštích (Čihař, 1993; Boukhriss *et al.*, 2009) a v lesích tropické Ameriky (Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007). Mnozí z nich navštěvují

i městské prostředí, v mimoměstských oblastech byli ale pozorováni častěji (Stracey, 2011).

Podle Skutch (1985) jsou hadi v tropických oblastech primární hnízdni predátoři a vypredují více hnízd, než zvládnou savci a ptáci dohromady.

2.5.4 Hnízdni predátoři ve vztahu k typu biotopu a kontinentu

Komunita hnízdni predátorů se liší podle typu biotopu. Ptáci jsou v mnoha studiích tropů i temperátu uváděny jako hlavní hnízdni predátoři otevřených biotopů (savany, stepi, aj.) (Wallander *et al.*, 2006) nebo městských oblastí (Lopez-Flores *et al.*, 2009). Savci jsou zodpovědní za většinu predací v okrajových biotopech (les/savana) (Estrada *et al.*, 2002) a lesích (Gibbs, 1991). Plazi byli pozorováni při predaci hnízd v subtropické a tropické klimatické zóně ve všech typech biotopu (Skutch, 1985). Přehled hlavních predujících skupin hnízdni predátorů v rámci různých typů biotopu je uveden v Tabulce 4 v kapitole 6. Výsledky (6.1 Literární rešerše).

Pokud na dosavadní studie nahlédneme v rámci kontinentů, je možné z nich vyvodit skupiny, které byly kontinentálně nejčastějšími hnízdni predátory. Podle několika studií (Cresswell, 1997; Batáry *et al.*, 2004; Roos a Pärt, 2004; Ottvall *et al.*, 2005; Wallander *et al.*, 2006; Isaksson *et al.*, 2007) jsou v Severní a Střední Evropě hlavními predátory pozemních hnízd ptáci, v Severní Americe se jedná především o savce (Wilcove, 1985; DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Vander Haegen a DeGraaf, 1996). Zatímco některé práce uvádějí, že ve Střední Americe (Gibbs, 1991; Vickery *et al.*, 1992; Tellería a Diaz, 1995; Estrada *et al.*, 2002) byli hlavními hnízdni predátory savci, ve studiích (Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Tellería a Diaz, 1995; Koenig *et al.*, 2007) v tropické Americe se jednalo o hady. V tropické Africe patřili ve studii Githiru *et al.* (2004) k významným hnízdni predátorům savci, v Boukhriss *et al.* (2009) se jednalo o savce a plazy.

2.6 Hnízdni parazitismus

Hnízdni predátoři nejsou jediným nebezpečím ohrožující přežití ptačí snůšky. Míru přežití hnízd snižují také hnízdni parazité (Winfree, 1999; Davies, 2007; Peer *et al.*, 2007; Landstrom *et al.*, 2011). Hnízdni parazitismus je kladení vajec do cizích hostitelských hnízd (Yom-Tov, 1980; Winfree, 1999; Davies, 2007; Peer *et al.*, 2007; Landstrom *et al.*, 2011). Pokud je vejce hostitelem přijato, cizí holátko, které se většinou vyklube jako první, buď postupně vytlačí své konkurenty z hnízda (Winfree, 1999; Davies, 2007), nebo si hlasitým projevem vynutí přednost

při krmení (Davies, 2007). Hostitel je tedy nucen živit cizího potomka (Winfree, 1999; Davies, 2007; Peer *et al.*, 2007). Podle Maruyama a Seno (1999) existují dva typy hnízdního parazitizmu; 1) intraspecifický, tj. v rámci stejného druhu, a 2) inter-specifický, kdy jeden druh klade vejce do hnízd jinému druhu.

2.6.1 Parazitické druhy ptáků v rámci různých klimatických pásů

Podle Davies (2007) a Landstrom *et al.* (2011) patří 1 % avifauny k parazitickým druhům ptáků. Nejznámější jsou kukačky z čeledi kukačkovití (*Cuculidae*), která čítá 141 druhů, z nichž 59 druhů patří k důležitým parazitům hnízd (Davies, 2007). Davies (2007) uvedl, že mezi další obligátní parazity hnízd patří 4 ptačí čeledi. Jsou to medozvěstkovití (*Indicatoridae*) s 17 druhy, 5 druhů amerických vlhovců (čeleď *Icteridae*) (Winfree, 1999), 20 afrických druhů čeledi astrildovití (*Estrildidae*) a kachny s 1 americkým druhem (Davies, 2007).

Kukačky jsou typickým příkladem specializace na jeden či skupinu druhů hostitelů cestou mimetických vajec (Winfree, 1999; Davies, 2007). Pokud vejce není odmítnuto, mohou u třech rodů následovat tři různé praktiky zničení hostitelské snůšky (Davies, 2007). Ve většině případů malá kukačka vytlačí mláďata hostitele z hnízda, holátka amerických kukaček zase svými ostrými zobáčky hostitelská mláďata zabíjí a mláďata kukaček rodu *Clamator* utlačují ostatní mladé pouze intenzivnějším žebráním (Davies, 2007). Vlhovec hnědohlavý (*Molothrus ater*, *Emberizinae*) je na rozdíl od kukaček generalista (Winfree, 1999), nemá žádnou zvláštní specializaci na určitý druh hostitele a neklade mimetická vejce. Mnoho druhů hostitelů jeho vejce přijímá, ačkoliv jsou úplně odlišná (Davies, 2007). Důvod tohoto chování nebyl zdokumentován.

Hnízdní parazité se v největším počtu druhů vyskytují především na Africkém a Americkém kontinentě (Marcel, 2000). Čeleď *Icteridae* je rozšířena hlavně v tropické Kolumbii a Mexiku, pár druhů žije v temperátní zóně Severní Ameriky (vlhovec pospolitý (*Euphagus cyanocephalus*), vlhovec dlouhoocasý (*Sturnella loyca*), atd.) a každoročně migrují do Střední Ameriky (Winfree, 1999; Doherty, 2000). Zástupci této čeledi obývají různé typy biotopů (lesy, savany nebo zemědělské oblasti) (Winfree, 1999). Medozvěstkovití se vyskytují v tropických oblastech s největšími počty druhů v Africe a Asii (Winfree, 1999; Davies, 2007). Zástupci čeledi astrildovití žijí především v tropických oblastech Afriky (Davies, 2007). Čeleď kukačkovití zahrnuje hnízdní parazity žijící především v Evropě a Austrálii (Marcel, 2000). V temperátní zóně Evropském kontinentu se vyskytuje pouze kukačka obecná (*Cuculus canorus*), která každoročně zimuje v tropické Africe, na východě navíc hnízdí kukačka prostřední (*Cuculus*

saturatus). Subtropickou oblast Evropy a Blízký Východ obývá kukačka chocholatá (*Clamator glandarius*) (Marcel, 2000). Vlivem rozmanitosti krajiny, proměnlivosti biotopů a rozmanitosti hostitelů existuje mnoho poddruhů kukačky, které se odlišují zbarvením skořápky. V Evropě bylo nalezeno přibližně 15 poddruhů, z nichž 12 žije i na území ČR (Marcel, 2000).

Pro studium, do jaké míry může parazitismus a predace hnízd negativně ovlivňovat ptačí populace, a také k identifikaci nejdůležitějších hnízdních predátorů je často používána metoda umělých hnízd (Martin, 1987; Willebrand a Marcström, 1988; Yahner a Delong, 1992; Haskell, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Cresswell, 1997; Danielson *et al.*, 1997; Wilson *et al.*, 1998; Matessi a Bogliani, 1999; Estrada *et al.*, 2002; Zanette, 2002).

2.7 Metoda umělých hnízd

Umělá hnízda se využívají ke zkoumání predací míry ptačích hnízd (Martin, 1987; Wilson *et al.*, 1998), protože mnohdy je nalezení dostatečného množství reálných hnízd k určení pravé hnízdní predací míry časově náročné (Wilson *et al.*, 1998). Metoda umělých hnízd byla v minulosti ale často kritizována (Willebrand a Marcström, 1988). I když některé práce prokázaly, že míra predace reálných a umělých hnízd se příliš neliší (Martin, 1987; Yahner a Delong, 1992; Cresswell, 1997; Matessi a Bogliani, 1999; Zanette a Jenkins, 2000), mnohé došly k opačnému závěru (Wilcove, 1985; Willebrand a Marcström, 1988; Haskell, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Wilson *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 2002; Zanette, 2002). Rozdílné výsledky mohou být způsobeny několika faktory. Na umělém hnízdě není možné simulovat aktivitu rodičovského páru (Skutch, 1985; Wilson *et al.*, 1998), která může určitou skupinu hnízdních predátorů buď přilákat (zvukové projevy) nebo odlákat (obrana hnízda) (Skutch, 1985; Wilson *et al.*, 1998). Umístění hnízda člověkem se může lišit od umístění, jaké by za daných okolností zvolil pták sám (Yahner a Delong, 1992; Cresswell, 1997), ačkoliv v některých studiích autoři uvedli (Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Githiru *et al.*, 2004), že vegetační krytí nemělo vliv na míru hnízdní predace. Umělé hnízdo může přitahovat odlišné typy hnízdních predátorů než hnízdo přirozené (Zanette, 2002; Stracey, 2011). Jednou z příčin může být pach umělých vajec (Wilson *et al.*, 1998; Githiru *et al.*, 2004), syntetického lepidla nebo samotného člověka, které mohou odpudit (Macivor *et al.*, 1990) nebo dokonce přilákat savčí predátory (Skutch, 1985; Willebrand a Marcström, 1988). Pro vyloučení lidského pachu se při instalaci hnízd užívá gumových rukavic a bot (Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Wilson *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004). Někteří autoři uvádí, že většina umělých hnízd je vypredována ptáky, protože savčí predátoři jsou odpuzeni jejich pachem a predují hnízda přirozená (Willebrand a Marcström,

1988; Stracey, 2011). Hadi jako významní hnízdní predátoři nebyli nikdy pozorováni při predaci umělých vajec (Wilson *et al.*, 1998).

2.7.1 Postup přípravy umělých hnízd

K výrobě umělých hnízd se užívá různých materiálů a metod. V některých studiích autoři použili opuštěných reálných hnízd, získaných po ukončení hnízdicího období (Martin, 1987; Cresswell, 1997), v jiných je vyráběli z pletiva a trávy (Batáry *et al.*, 2004), dřeva a výstelky (Andrén, 1992; DeGraaf, 1995) nebo z půlených tenisových míčků pokrytých mech (Zanette a Jenkins, 2000). Nejčastější je ale výroba z přírodních materiálů jako je proutí, tráva, mech a listí (Wilcove, 1985; Martin, 1987; Marini *et al.*, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Wilson *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 2002; Zanette, 2002; Roos a Pärt, 2004).

Pro studium míry hnízdní predace se nejčastěji užívají pravá vajíčka - slepičí (Andrén, 1992; DeGraaf, 1995; Estrada *et al.*, 2002) nebo křepelčí (Wilcove, 1985; Martin, 1987; Marini *et al.*, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Cresswell, 1997; Wilson *et al.*, 1998; Zanette, 2002; Roos a Pärt, 2004). Křepelčí vejce jsou nejmenší vejce, která se dají snadno sehnat ve větším množství (DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996). Narozdíl od drobných vajíček pěvců může jejich užití zkreslovat míru hnízdní predace, protože drobní hlodavci nejsou schopni rozbít nebo odnést vejce z umělého hnízda (Haskell, 1995; DeGraaf a Maier, 1996).

K identifikaci hnízdních predátorů se užívají také vajíčka synteticky vyrobená (Zanette a Jenkins, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Schmidt *et al.*, 2002; Zanette, 2002; Githiru *et al.*, 2004; Roos a Pärt, 2004; López-Flores *et al.*, 2009; Boukhriss *et al.*, 2009), na výrobu se užívá různých materiálů - nejčastěji plastelína (Zanette a Jenkins, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Schmidt *et al.*, 2002; Batáry *et al.*, 2004; Githiru *et al.*, 2004) nebo jílový materiál (López-Flores *et al.*, 2009).

2.7.2 Identifikace predátorů

Hnízdo je většinou považováno za predované, pokud je alespoň jedno vejce poničeno nebo v hnízdě úplně chybí (Wilcove, 1985; Cresswell, 1997; Wilson *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 2002; Zanette, 2002; Githiru *et al.*, 2004; Roos a Pärt, 2004) nebo je na plastickém vejci otisk (Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004; Roos a Pärt, 2004; Boukhriss *et al.*, 2009; López-Flores *et al.*, 2009).

Pouze ve velmi málo případech je možné určit podle otisků na vejcích druh hnízdního predátora a je nutné se tedy spokojit s hrubým určením (savec, pták a plaz – Danielson *et al.*,

1997; Zquette a Jenkins, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004). Bodové díry ve skořápce při zachování její celistvosti napovídají o predaci vejce ptačím predátorem, pomačkaná skořápka spíše vypovídá o predaci savcem (Jackson a Green, 2000; Estrada *et al.*, 2002). Z rozdrčených skořápek nebo při absenci vejce v hníždě nelze rozpoznat hnízdního predátora (Estrada *et al.*, 2002). Pro rozpoznání pravé identity predátora je možné otisky na plastickém vejci porovnat s muzejními exempláři (Zquette, 2002). Estrada *et al.* (2002) ve své studii použil lebky hlodavců k porovnání se zubními otisky na plastických vejcích a následné identifikaci druhů. Tato metoda však není úplně spolehlivá a navíc je velmi pracná. Kromě otisků na plastickém vejci existují i další možnosti identifikace hnízdních predátorů (Andrén, 1992; DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996). Andrén (1992) uložil vejce na dřevěnou desku potřenou vrstvou tuku a písku a hnízdní predátory rozpoznával podle zanechaných otisků nohou. Schmidt *et al.* (2002) se pokoušel zjistit druhy predujících hlodavců odchytem a následnou identifikací. Nejspolehlivější technikou, i když dosti nákladnou, je užití kamerového systému (DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Danielson *et al.*, 1997). Důležité je zabezpečit vizuální i pachovou nenápadnost kamer (DeGraaf, 1995; Danielson *et al.*, 1997). Danielson *et al.* (1997) ve své studii natřeli kamery hnědou barvou, kvůli vizuální nenápadnosti kamer, a umístili je na 2 týdny do polního prostředí, aby redukovali nežádoucí pachy.

3. Cíl práce

Porovnáním míry hnízdní predace v různých klimatických pásech zodpovědět:

- a) proč a jak může klimatické pásmo ovlivňovat míru hnízdní predace,
- b) zdali se predace ptačích hnízd liší v tropických zónách od temperátních, a zda hnízda predují stejné či odlišné komunity predátorů,
- c) jak velký vliv má krajinná mozaika na hnízdní predaci.

Dále:

- d) vlastním výzkumem objasnit roli okrajového efektu v míře hnízdní predace,
- e) pokusit se o identifikaci hlavní skupiny hnízdních predátorů na studijních plochách,
- f) zjistit, jak může viditelnost hnízda ovlivňovat míru hnízdní predace.

4. Hypotézy

1. Míra hnízdní predace bude vyšší v tropickém klimatickém pásu, především kvůli větší diverzitě hnízdních predátorů, jejichž komunita se bude lišit v různých klimatických zónách.
2. Na ruderálních pozemcích bude míra predace hnízd vyšší na okraji studované oblasti; okrajový efekt se projeví.
3. Uprostřed ruderální plochy budou převládat predace ptačími hnízdními predátory, v okrajovém biotopu budou hnízda predovat ptáci i savci.
4. Viditelnost hnízd bude mít vliv na míru predace ptačími hnízdními predátory.

5. Materiál a metodika

5.1 Literární rešerše

Literární rešerše byla zpracována na základě informací z odborných a vědeckých článků nebo studií, které byly čerpány z internetových vědeckých databází (Science Direct, Scopus, JSTOR, ProQuest Central a Web of Knowledge) nebo z Národní knihovny v Praze. Jako klíčová slova pro vyhledávání zdrojů byla užitá: hnízdní predace, umělá hnízda, okrajový efekt, fragmentace krajiny, hnízdní parazitizmus, tropičtí hnízdní predátoři. K citování vědeckých studií byly použity nové citační normy FTZ pro rok 2013.

5.2 Terénní výzkum

5.2.1 Studijní plocha

Během získávání informací pro sepsání literární rešerše byl v červnu 2012 proveden vlastní výzkum pro zjištění míry hnízdní predace na 3 ruderálních pozemcích ve středních Čechách.

První z nich (50°16'N, 14°52'E) leží jihovýchodně od města Benátky nad Jizerou (v textu nazývána jako "pozemek Benátky"), severně asi 700 m od Benátského vrchu (251 m. n. m.). Zaujímá plochu 2 859 700 m² s obvodem 7,7 km. Leží v přibližné nadmořské výšce 210 - 230 m. n. m. Severní a jižní strana ruderálu hraničí s dubovým lesem, jihozápad s oploceným golfovým hřištěm a východní a západní strana s polem. Terén je lehce zvrásněný, vegetační pokryv je pozvolna se měnící - západní a severní část oblasti je travnatá s řídké roztroušenými keři a stromy a postupně přechází v hustý keřový pokryv na jižní a východní straně.

Druhá studijní plocha (50°14'N, 14°53'E) leží na severním okraji obce Milovice (v textu nazývána jako "pozemek Milovice") v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Mladá v přibližné nadmořské výšce 200 - 235 m. n. m. Rozlohou měří 2 158 347 m² s obvodem 6,32 km. Ruderál je obklopen ze dvou stran lesem (sever a západ), jižní okraj sousedí s městem a východní se zemědělským polem. Terén je rovinný s mírnými svahy orientovanými na jih. Ve vegetaci převažují pionýrské travní porosty s ostrůvkovitě rozmístěnými stromy na okrajích. Pozemkem prochází řada pěších stezek.

Třetí, nejmenší studijní plocha (50°18'N, 14°54'E) se nachází 1,4 km od obce Struhy (v textu nazývána jako "pozemek Struhy"). Její výměra činí 322 677 m² s obvodem 2,55 km.

Severní, západní a jižní okraj hraničí s dubovým lesem, jihovýchodní a východní část s polem. Leží přibližně 210 - 215 m. n. m., terén je rovinný s rozmanitou vegetací - hustá travnatá vegetace s listnatými stromy v jižní části ruderalu, řídce a mozaikovitě rozptýlené listnaté stromy v centrální části a jehličnany hustě osázená severní část ruderalu.

Všechny využití pozemky leží nedaleko od sebe; pozemek Struhy severovýchodně asi 2 km od pozemku Benátky a pozemek Milovice 2,5 km jižně od pozemku Benátky.

5.2.2 Terénní práce

Terénní práce proběhly v červnu 2012, protože právě v tomto období probíhá hlavní hnízdní sezóna ptačích druhů, jejichž hnízda jsme simulovali (Šťastný *et al.*, 2011). Výzkum byl rozdělen do dvou etap – 8. - 10. června (instalace hnízd) a 18. - 20. června (kontrola hnízd). Pro účely našeho výzkumu byla použita metoda umělých hnízd - hnízda byla vytvořena ze suché trávy. Do každého z nich bylo vloženo po dvou čerstvých křepelčích vejci – viz Obrázek 1.



Obrázek 1: Experimentální umělé hnízdo s křepelčími vejci (Maňáková, 2012)

Celkem bylo instalováno 135 hnízd (pozemek Benátky - 57 hnízd, Milovice - 63 hnízd a Struhy – 15 hnízd). Hnízda byla pokládána po trojicích vždy po 0 m, 50 m a 150 m od okraje studijní plochy, 150 metrů od hranice vedlejší strany ruderalu (rohy pozemku). Mezi trojicemi umělých hnízd byla dodržována minimální vzdálenost také 150 metrů, protože vyšší hustoty hnízd by mohly uměle lákat predátory, a tím zvýšit míru hnízdní predace (Newton, 1998; Wallander *et al.*, 2006).

Každé položené hnízdo bylo označeno barevnou potravinářskou stuhou s číslem. Stuha byla umístěna alespoň tři metry od hnízda na již z dálky viditelném místě. Údaj o poloze hnízda byl

zanesen do GPS. Pomocí předem připravené papírové šachovnice o velikosti 10 x 10 cm (rozdělená na 20 dílků – jeden díl představoval 5 %) byla hodnocena viditelnost hnízda. Šachovnice byla pokládána na hnízdo a z výšky 1 m se vyhodnocovala viditelnost hnízda ve vegetaci. Hnízda byla exponována po dobu 10 dnů, pak následovala jejich kontrola, fotodokumentace a vyhodnocení výsledků. Pomocí počítačového programu GIS pak byly výsledky predací zakresleny do katastrálních map ruderálních ploch.

Hnízdo bylo považováno za predované, pokud alespoň jedno vejce chybělo nebo neslo známky poškození predátorem. Otisky predátorů byly posléze analyzovány v kategorii savec x pták (podrobné rozlišení viz kapitola 2.7.2. Identifikace predátorů).

5.2.3 Statistické vyhodnocení dat

Byl vypočítán celkový podíl predovaných hnízd (%). Data byla dále analyzována pomocí zobecněných lineárních modelů (GML). Za vysvětlovanou proměnnou byla zvolena míra hnízdní predace s binomickou distribucí (0 = nepredováno, 1 = predováno). Za vysvětlující proměnné byly zvoleny vzdálenost hnízda od okraje (0, 50, 150 m), míra viditelnosti hnízda (%), velikost plochy ruderálu a interakce výše zmíněných proměnných. Při analýze se postupovalo metodou zpětné selekce postupným vylučováním jednotlivých členů s cílem vytvořit minimální adekvátní model.

6. Výsledky

6.1 Literární rešerše

Srovnáním dostupných studií o hnízdní predaci různých klimatických zón bylo potvrzeno, že hnízdní predace je zvýšená v tropických oblastech především kvůli vyšší rozmanitosti a denzitě predujících druhů. Evidence nejdůležitějších čeledí ptačích hnízdních predátorů v rámci různých klimatických pásů (celkem ze 13 studií) je uvedena v Tabulce 1.

Tabulka 1. Přehled čeledí důležitých ptačích predátorů hnízd (Maňáková, 2013)

Klimatický pás	Čeď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeď predovala ptačí hnízda
Mírný klimatický pás	krkavcovití (<i>Corvidae</i>)	Evropa, Amerika	(Jackson a Green, 2000; Batáry <i>et al.</i> , 2004; Roos a Pärt, 2004; Ottvall <i>et al.</i> , 2005; Isaksson <i>et al.</i> , 2007)
	rackovití (<i>Laridae</i>)	Evropa, Amerika	(Jackson a Green, 2000; Batáry <i>et al.</i> , 2004; Isaksson <i>et al.</i> , 2007)
	chaluhovití (<i>Stercorariidae</i>)	Evropa	(Jackson a Green, 2000)
	jestřábovití (<i>Accipitridae</i>)	Evropa	(Jackson a Green, 2000; Batáry <i>et al.</i> , 2004)
Subtropický klimatický pás	krkavcovití (<i>Corvidae</i>)	Evropa, Amerika	(Martin, 1987; Martin a Roper, 1988; Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001)
Tropický klimatický pás	krkavcovití (<i>Corvidae</i>)	Amerika	(Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	zoborožcovití (<i>Bucerotidae</i>)	Afrika	(Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	sokolovití (<i>Falconidae</i>)	Amerika	(Mezquida a Marone, 2003)
	tyranovití (<i>Tyrannidae</i>)	Amerika	(Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	flétnákovití (<i>Cracticidae</i>)	Austrálie	(Zanette, 2002)

Diverzita savčích hnízdních predátorů je také výrazně zvýšena v tropických oblastech oproti teplotě. Evidence nejdůležitějších čeledí savčích hnízdních predátorů tropické, subtropické a teplotní zóny je uvedena v Tabulce 2.

Tabulka 2. Přehled čeledí důležitých savčích predátorů hnízd (Maňáková, 2013)

Klimatický pás	Čeď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeď predovala ptačí hnízda
Mírný klimatický pás	lasicovití (<i>Mustelidae</i>)	Amerika, Evropa, Asie, Austrálie	(Gibbs, 1991; DeGraaf, 1995; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Danielson <i>et al.</i> , 1997; Newton, 1998; Jackson a Green, 2000; Schmidt <i>et al.</i> , 2001)
	kočkovití (<i>Felidae</i>)	Amerika, Evropa, Asie, Austrálie	(DeGraaf, 1995; Newton, 1998)
	psovití (<i>Canidae</i>)	Amerika, Evropa, Asie, Austrálie	(DeGraaf, 1995; Danielson <i>et al.</i> , 1997; Newton, 1998; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Wallander <i>et al.</i> , 2006; Isaksson <i>et al.</i> , 2007)
	myšovití (<i>Muridae</i>)	Amerika, Evropa, Asie, Austrálie	(Jackson a Green, 2000; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Batáry <i>et al.</i> , 2004)
	veverkovití (<i>Sciuridae</i>)	Amerika, Evropa, Asie, Austrálie	(DeGraaf, 1995; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Cresswell, 1997; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	Plchovití (<i>Myoxidae</i>)	Evropa	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	ježkovití (<i>Erinaceidae</i>)	Evropa	(Jackson a Green, 2000; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	rejskovití (<i>Soricidae</i>)	Evropa	(Jackson a Green, 2000; Batáry <i>et al.</i> , 2004)

Pokračování Tabulky 2:

Klimatický pás	Čeď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeď predovala ptačí hnízda
Mírný klimatický pás	medvěďovití (<i>Ursidae</i>)	Amerika	(DeGraaf, 1995; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Danielson <i>et al.</i> , 1997)
	medvídkovití (<i>Procyonidae</i>)	Amerika	(DeGraaf, 1995; Danielson <i>et al.</i> , 1997; Newton, 1998; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	skunkovití (<i>Mephitidae</i>)	Amerika	(DeGraaf, 1995; Danielson <i>et al.</i> , 1997; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	vačicovití (<i>Didelphidae</i>)	Amerika	(Danielson <i>et al.</i> , 1997; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
Subtropický klimatický pás	prasatovití (<i>Suidae</i>)	Amerika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	veverkovití (<i>Sciuridae</i>)	Amerika, Afrika	(Martin, 1987; Martina a Roper, 1988; Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	myšovití (<i>Muridae</i>)	Amerika, Austrálie	(Martin, 1987; Zquette a Jenkins, 2000; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	psovití (<i>Canidae</i>)	Amerika, Afrika, Asie	(Martin, 1987; Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	kočkovití (<i>Felidae</i>)	Amerika	(Martin, 1987; Marini <i>et al.</i> , 1995)
	lasicovití (<i>Mustelidae</i>)	Amerika	(Martin, 1987; Martin a Roper, 1988; Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001)
	vačicovití (<i>Didelphidae</i>)	Amerika	(Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	medvěďovití (<i>Ursidae</i>)	Amerika	(Martin, 1987)

Pokračování Tabulky 2:

Klimatický pás	Čeleď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeleď predovala ptačí hnízda
Subtropický klimatický pás	medvídkovití (<i>Procyonidae</i>)	Amerika	(Marini <i>et al.</i> , 1995; Schmidt <i>et al.</i> , 2001; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	skunkovití (<i>Mephitidae</i>)	Amerika	(Martin, 1987; Vickery <i>et al.</i> , 1992; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Marini <i>et al.</i> , 1995)
	kuskusovití (<i>Phalangeridae</i>)	Austrálie	(Zanette a Jenkins, 2000; Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	bandikutovití hrubosrstí (<i>Peramelidae</i>)	Austrálie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
Tropický klimatický pás	kočkodanovití (<i>Cercopithecidae</i>)	Afrika, Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Maina a Jackson, 2003; Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	hominidi (<i>Hominidae</i>)	Afrika, Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Maina a Jackson, 2003)
	cibetkovití (<i>Viverridae</i>)	Afrika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Maina a Jackson, 2003; Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)
	promykovití (<i>Herpestidae</i>)	Afrika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Maina a Jackson, 2003)
	prasatovití (<i>Suidae</i>)	Afrika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	psovité (<i>Canidae</i>)	Afrika, Asie, Amerika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	kočkovití (<i>Felidae</i>)	Afrika, Amerika	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)
	veverkovití (<i>Sciuridae</i>)	Afrika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Maina a Jackson, 2003)
	medvíkovití (<i>Procyonidae</i>)	Amerika	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Estrada <i>et al.</i> , 2002)

Pokračování Tabulky 2:

Klimatický pás	Čeď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeď predovala ptačí hnízda
Tropický klimatický pás	Lasicovití (<i>Mustelidae</i>)	Amerika, Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	vačicovití (<i>Didelphidae</i>)	Amerika	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	pekariovití (<i>Tayassuidae</i>)	Amerika	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	agutiovití (<i>Dasyproctidae</i>)	Amerika	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	promykovití (<i>Herpestidae</i>)	Amerika	(Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	cibetkovití (<i>Viverridae</i>)	Amerika	(Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	myšovití (<i>Muridae</i>)	Amerika, Austrálie	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Estrada <i>et al.</i> , 2002; Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	veverkovití (<i>Sciuridae</i>)	Amerika, Asie	(Telleria a Diaz, 1995; Clutton-Brock a Wilson, 2002; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	medvědovití (<i>Ursidae</i>)	Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	Pandy malé (<i>Ailuridae</i>)	Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	autloňovití (<i>Lorisidae</i>)	Asie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002)
	kuskusovití (<i>Phalangeridae</i>)	Austrálie	(Clutton-Brock a Wilson, 2002; Zanette, 2002)

Oproti savčím a ptačím hnízdním predátorům, plazi predují ptačí hnízda v mírném klimatickém pásu minimálně. Pouze v jedné studii pro temperát (Wallander *et al.*, 2006) autor uvedl jako potencionálního hadího predátora ptačích mlád'at užovku obojkovou (*Natrix natrix*) z čeledi užovkovití (*Colubridae*).

Diverzita plazích hnízdnicích predátorů roste směrem do tropického klimatického pásu, což potvrzuje i přehled významných čeledí z třídy plazi predující ptačí hnízda v tropech a subtropech – viz Tabulka 3.

Tabulka 3. Přehled čeledí důležitých plazích predátorů hnízd (Maňáková, 2013)

Klimatický pás	Čeď	Výskyt (kontinent)	Studie, ve kterých čeď predovala ptačí hnízda
Subtropický pás	užovkovití (Culibridae)	Amerika, Evropa	(Martin, 1987; Vickery <i>et al.</i> , 1992; Klug <i>et al.</i> , 2010)
Tropický pás	tejovití (<i>Teiidae</i>)	Amerika	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995)
	ještěřkovití (<i>Lacertidae</i>)	Amerika, Evropa	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Estrada <i>et al.</i> , 2002)
	hroznýšovití (<i>Boidae</i>)	Amerika	(Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Estrada <i>et al.</i> , 2002; Koenig <i>et al.</i> , 2007)
	užovkovití (<i>Culibridae</i>)	Amerika, Evropa, Afrika	(Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Estrada <i>et al.</i> , 2002; Koenig <i>et al.</i> , 2007; Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)
	<i>Lamprophiidae</i>	Afrika	(Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)
	korálovití (<i>Elapidae</i>)	Afrika	(Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)

Kromě zvýšené diverzity hnízdnicích predátorů hraje důležitou roli v hnízdnicí predaci i životní strategie ptáků a příznivé klimatické podmínky tropů umožňující celoroční hnízdění. To představuje pro hnízdnicí predátory neomezený přísun potravy během roku, a tím se zvyšuje predanční tlak v tropických oblastech.

Komunita hnízdnicích predátorů se liší také v rámci kontinentů (popsáno v kapitole 2.5.4 Hnízdnicí predatoři ve vztahu k typu biotopu a kontinentu) a dle typu biotopu. Přečetla jsem 26 studií zabývajících se mírou hnízdnicí predace a identifikací hlavních predujících skupin v různých typech biotopů. Přehled studií a skupin hnízdnicích predátorů v rámci různých biotopů je uveden v Tabulce 4.

Tabulka 4. Typy hnízdních predátorů v rámci různých typů biotopů (Maňáková, 2013)

Klimatický pás	Typ biotopu	Třída hlavních hnízdních predátorů	Počet studií potvrzující hnízdní predaci	Zdroje
Mírný klimatický pás	Rozsáhlé lesy	Savci	4	(Wilcove, 1985; DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Vander Haegen a DeGraaf, 1996)
	Les/pastvina (okraj)	Ptáci	1	(Wilcove, 1985)
	Pastviny	Ptáci	3	(Ottvall <i>et al.</i> , 2005; Wallander <i>et al.</i> , 2006; Isaksson <i>et al.</i> , 2007)
		Ptáci a Savci	1	(Jackson a Green, 2000)
	Zemědělská krajina	Ptáci	3	(Andrén, 1992; Batáry <i>et al.</i> , 2004; Roos a Pärt, 2004)
	Zahrady, parky	Ptáci	1	(Cresswell, 1997)
Subtropický klimatický pás	Savany	Plazi	2	(Bollinger a Linder, 1994; Klug <i>et al.</i> , 2010)
	Polopouště	Savci	1	(Vickery <i>et al.</i> , 1992)
	Pobřežní oblast	Ptáci	1	(Nordby <i>et al.</i> , 2009)
	Malé lesní fragmenty	Ptáci	2	(Marini <i>et al.</i> , 1995; Zanette a Jenkins, 2000)
	Les/step (okraj)	Ptáci	2	(Marini <i>et al.</i> , 1995; Zanette a Jenkins, 2000)
	Les	Ptáci a Savci	1	(Martin a Roper, 1988)
	Ptáci, Savci a Plazi	1	(Martin, 1987)	
Tropický klimatický pás	Tropický les	Plazi	4	(Skutch, 1985; Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995; Koenig <i>et al.</i> , 2007)

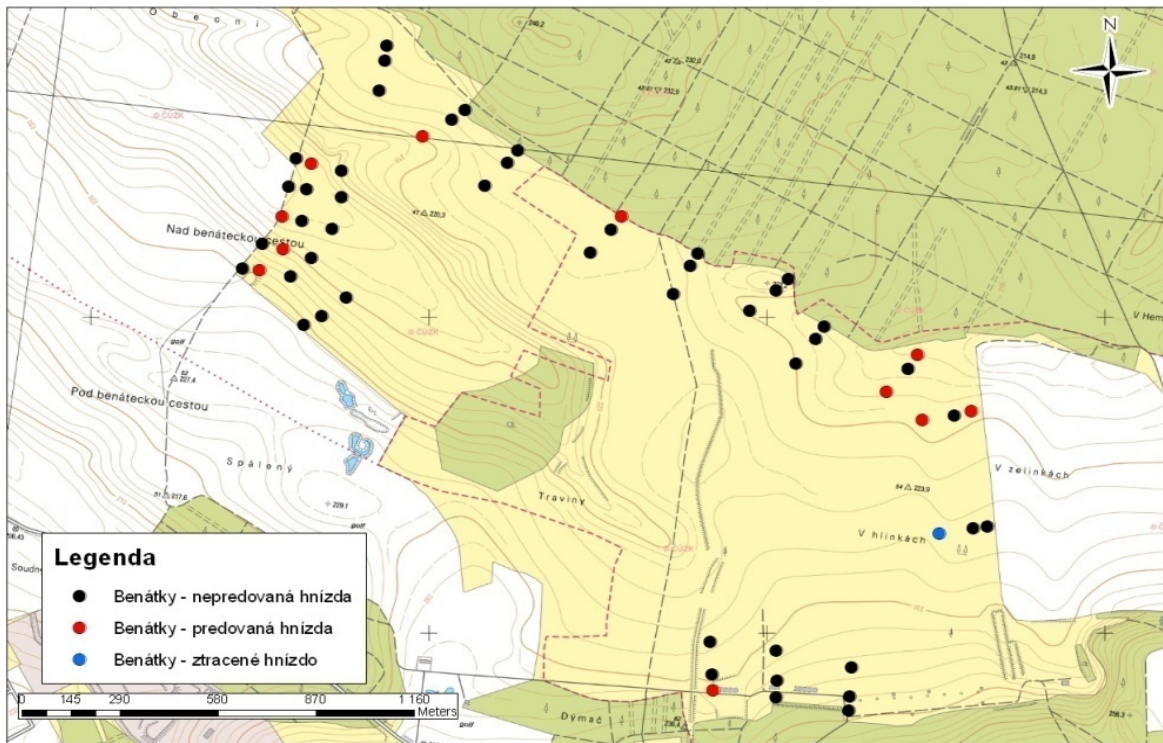
Pokračování Tabulky 4:

Klimatický pás	Typ biotopu	Třída hlavních hnízdních predátorů	Počet studií potvrzující hnízdní predaci	Zdroje
Tropický klimatický pás		Savci	2	(Gibbs, 1991; Telleria a Diaz, 1995)
	Malý lesní fragment	Ptáci a Savci	1	(Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	Les/savana (okraj)	Ptáci	1	(Telleria a Diaz, 1995)
		Savci	2	(Estrada <i>et al.</i> , 2002; Githiru <i>et al.</i> , 2004)
	Savana	Ptáci	2	(Zanette, 2002; López-Flores <i>et al.</i> , 2009)
	Poušť	Ptáci	1	(Mezquida a Marone, 2003)
	Poušť-oáza	Plazi a Savci	1	(Boukhriss <i>et al.</i> , 2009)

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že v lesích nejčastěji predují hnízda savci. Ptáci jsou zodpovědní za většinu predací v otevřených biotopech (pastviny, savany, zemědělská krajina, poušť a pobřeží) a spolu se savci v okrajových oblastech (les/pastvina). Zvýšená plazi hnízdní predace byla zaznamenána v několika studiích v teplejších oblastech v lesích, savanách nebo pouštní oáze.

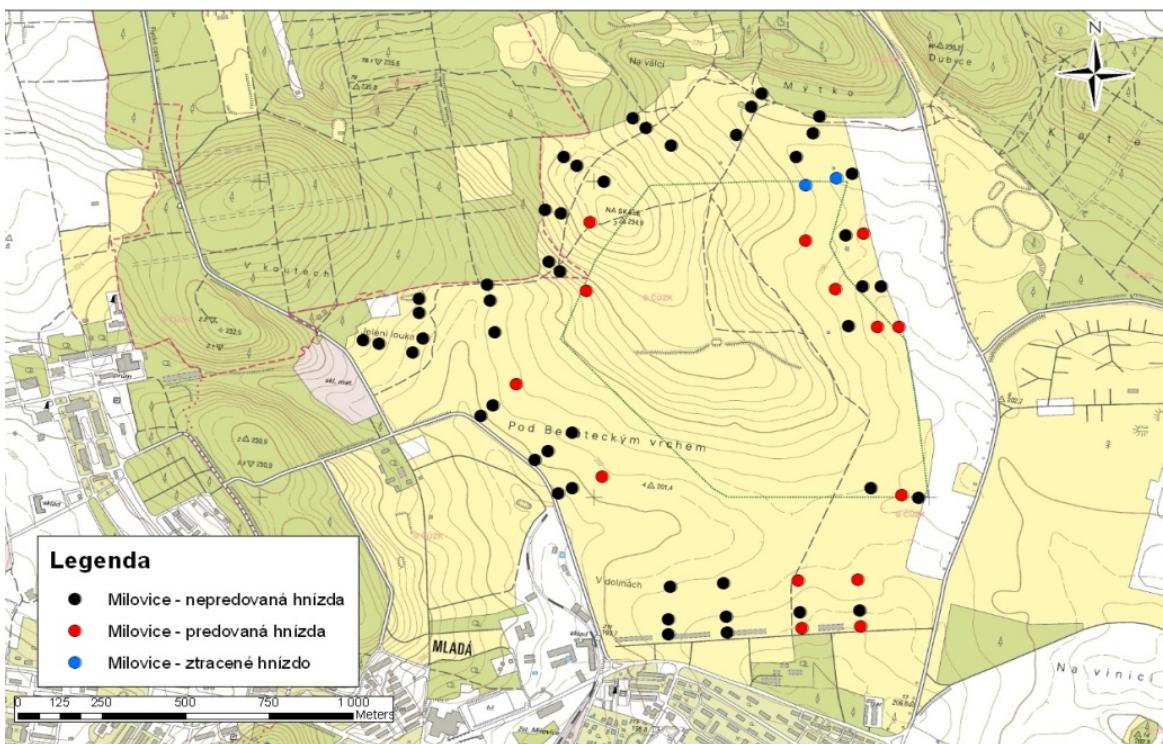
6.2 Terénní výzkum

Ve studovaném roce dosáhl podíl predovaných hnízd 22 % (n = 132). Na pozemku Benátky došlo k 11 případům predace hnízd (z 57 instalovaných hnízd). Z toho 5 hnízd bylo predováno na okraji pozemku, 3 hnízda 50 metrů od okraje a 3 případy hnízdní predace byly lokalizovány 150 metrů od okraje ruderálu (viz Obrázek 2).



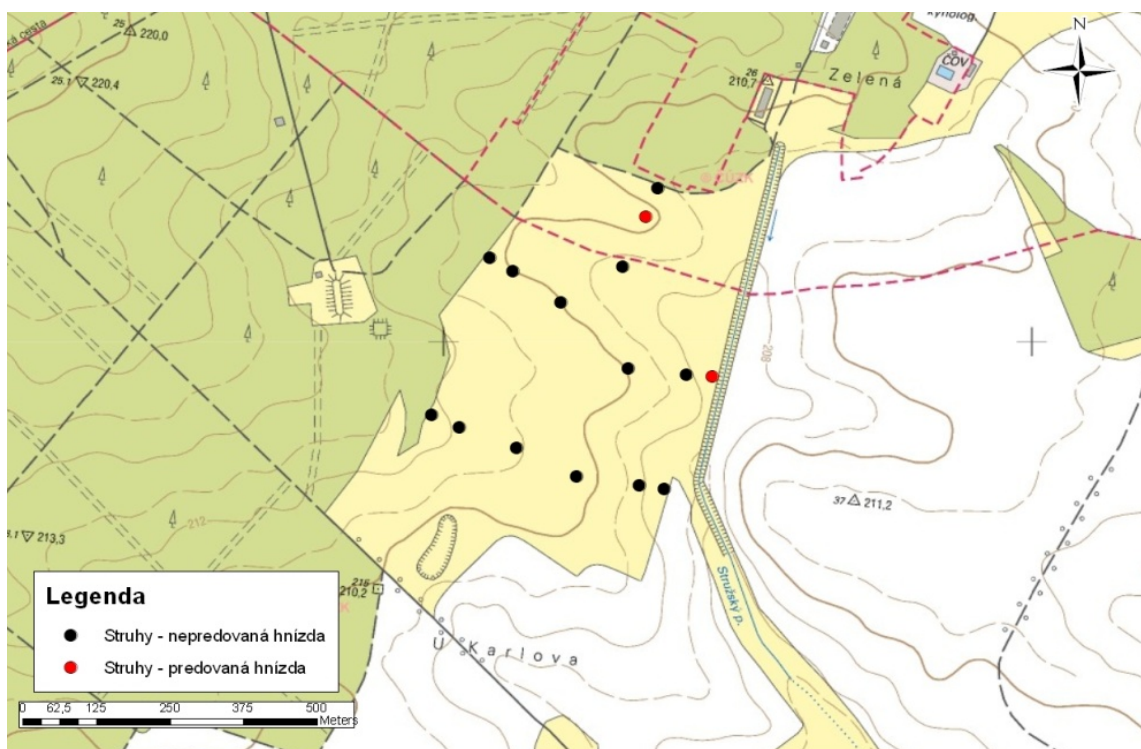
Obrázek 2: Poloha instalovaných hnízd na ploše „Pozemek Benátky“ (Maňáková, 2013)

Na pozemku Milovice se jednalo o 14 případů hnízdní predace (z 63 instalovaných hnízd), z nich 4 hnízda byla predována přímo na okraji, 2 hnízda 50 m od okraje a 8 hnízd 150 m od okraje pozemku (viz Obrázek 3).



Obrázek 3: Poloha instalovaných hnízd na ploše „Pozemek Milovice“ (Maňáková, 2013)

Na pozemku Struhy byly zaznamenány pouze 2 případy predace (z 15 instalovaných hnízd). Z toho jedno predované hnízdo bylo lokalizované na okraji pozemku a druhé 50 m od okraje (viz Obrázek 4).



Obrázek 4: Poloha instalovaných hnízd na ploše „Pozemek Struhy“ (Maňáková, 2013)

Podle Paton (1994) se okrajový efekt nejvíce projevuje do 50 metrů od okrajové zóny. Ačkoliv se zdá, že na pozemcích Benátky a Struhy byla na okraji ruderálu (0 m a 50 m včetně) predací míra zvýšená, a tedy okrajový efekt byl prokázán, statistická analýza tuto skutečnost nepotvrdila. Všechny vysvětlující proměnné (vzdálenost hnízda od okraje, viditelnost hnízda a plocha lokality) i jejich vzájemné interakce byly statistickou analýzou zhodnoceny jako neprůkazné ($p < 0,05$). Velikost plochy ruderálu, viditelnost hnízda i vzdálenost hnízda od okraje tedy neměly žádný vliv na míru predace hnízd.

Na pozemku v Milovicích byl na vejcích průkazný pouze jeden savčí a jeden ptačí otisk. Zbylých 12 případů predace nebylo možno identifikovat – jednalo se o prázdné hnízdo nebo o zanechané drobné skořápky v hnízdě. Na pozemku Benátky byli savci odpovědní za 1 případ predace, ptáci za 3 a u zbylých 7 predovaných hnízd nebyl hnízdní predátor identifikován. Na pozemku Struhy také nebylo možné jednoznačně identifikovat hnízdní predátory.

7. Diskuze

Klimatické pásy se od sebe liší mnoha faktory (amplituda teplot, vlhkost, množství srážek, intenzita slunečního záření, apod.), které ovlivňují jak diverzitu živočišných a rostlinných druhů, tak životní strategii ptáků (Mebs, 2004; Skutch, 1985). Pro tropické ptačí druhy je na rozdíl od druhů temperátní zóny typické kladení menších vajec (Chvapil, 1985) a snůšek (Chvapil, 1985; Veselovský, 2001) i vícekrát za rok (Veselovský, 2001), pečlivý výběr hnízdní oblasti (Doherty, 2000; Koenig *et al.*, 2007) a její celoroční obrana, při níž riskují své životy (Martin a Roper, 1988; Cresswell, 1997; Veselovský, 2001). Veselovský (2001) uvedl, že celoroční hnízdění tropických ptáků představuje neomezený zdroj potravy pro hnízdní predátory a podle Skutch (1985) a Robinson *et al.* (2000) se i přes mnohé ptačí adaptace jedná o jeden z hlavních důvodů zvýšené míry hnízdní predace v tropických oblastech. Dalším důvodem je zvyšující se diverzita hnízdních predátorů směrem do tropické zóny. Mebs (2004) například uvedl, že přes 220 druhů ptačích predátorů, dospělých ptáků a jejich hnízd, žije v tropických oblastech savan a deštných lesů. Porovnáním 13 studií o ptačích hnízdních predátorech bylo potvrzeno, že je v tropických oblastech jejich diverzita skutečně zvýšená. Ke stejnému závěru lze dospět srovnáním komunit savčích hnízdních predátorů tropů a temperátu, kde je rozdíl v diverzitě druhů mnohem výraznější. Kromě běžných čeledí, jejichž zástupci predují hnízda ve všech klimatických pásích (např. lasicovití, kočkovití, psovití, myšovití, veverkovití, medvídkovití, vačicovití, medvědovití, atd.), můžeme podle Clutton-Brock a Wilson (2002) v subtropických, ale hlavně v tropických oblastech nalézt rozmanitější diverzitu hnízdních predátorů (např. kočkodanovití, hominidi, cibetkovití, promykovití, autloňovití, kuskusovití, atd.). Na rozdíl od savčích a ptačích hnízdních predátorů je diverzita hadů v temperátní zóně minimální. Wallander *et al.* (2006) sice uvedl zástupce čeledi užovkovití jako potenciální hnízdní predátory mírné klimatické zóny, ale podle Baruš a Oliva (1992) je jejich diverzita oproti tropickým oblastem velmi nízká. To potvrdila i řada autorů tropických a temperátních studií (Martin, 1987; Vickery *et al.*, 1992; Klug *et al.*, 2010). Podle Skutch (1985) jsou dokonce v tropických oblastech hadi primárními hnízdními predátory, kteří jsou schopni vypredovat více hnízd než zvládnou savci a ptáci dohromady. Důležitost jednotlivých skupin hnízdních predátorů se však liší dle kontinentu (Clutton-Brock a Wilson, 2002) a typu biotopu (Wilcove, 1985), což bylo potvrzeno srovnáním dosavadních studií.

Nejen diverzita hnízdních predátorů, ale i kompozice krajinné mozaiky může ovlivňovat míru hnízdní predace. Vlivem lidské činnosti dochází k fragmentaci krajiny s vysokým podílem okrajů, které podle Wilcove (1985) negativně ovlivňuje rozmnožovací schopnosti ptáků. Jejich

populace mohou klesat vlivem vysoké míry hnízdní predace a parazitizmu hnízd, které jsou podle řady autorů (Wilcove, 1985; Yahner a Scott, 1988; Andrén, 1995; Zquette a Jenkins, 2000) zvýšené v malých fragmentech a okrajové části biotopu. Terénní výzkum byl zaměřen na tuto problematiku. K pokusu byla použita metoda umělých hnízd, protože použití reálných hnízd by bylo podle Wilson *et al.* (1998) časově náročné. Hnízda byla vytvořena z přírodního materiálu (tráva) a komerčně získaných křepelčích vajec. Tento typ umělých hnízd využívá většina dosavadních studií (např. Wilcove, 1985; Martin, 1987; Marini *et al.*, 1995; Vander Haegen a DeGraaf, 1996; Estrada *et al.*, 2002; Zquette, 2002; Roos a Pärt, 2004), především kvůli absenci pachy umělých vajec, který by mohl výsledky výzkumu zkreslit – odpudit či přilákat hnízdní predátory (Willebrand a Marcström, 1988; Macivor *et al.*, 1990).

Na třech ruderálních plochách byl zjišťován rozdíl mezi mírou hnízdní predace na okraji a uvnitř biotopu. Mnoho temperátních (Bollinger a Linder, 1994; Robinson *et al.*, 1995; Danielson *et al.*, 1997; Zquette a Jenkins, 2000) i tropických studií (Estrada *et al.*, 2002; Maina a Jackson, 2003; Githiru *et al.*, 2004) prokázalo zvýšenou míru predáčního tlaku na ptačí hnízda v okrajovém biotopu (vliv okrajového efektu na hnízdní predaci). To je podle Gates a Gysel (1978) a Sisk *et al.* (2003) způsobeno vyšší denzitou ptáků a jejich hnízd u okrajů biotopu (přilákaných rozmanitější nabídkou potravních zdrojů a atraktivnějším prostředím pro hnízdění), což může přilákat nesespecializované hnízdní predátory a zvýšit tak míru hnízdní predace v okrajových zónách (Gates a Gysel, 1978). Statistická analýza terénního výzkumu na ruderálních pozemcích neprokázala účinky okrajového efektu. Ke stejným výsledkům dospěly i studie Arango-Vélez a Kattan (1997), Marini *et al.* (1995). Podle Vander Haegen a DeGraaf (1996) a Boukhriss *et al.* (2009) může predáční míra dokonce stoupat směrem do středu biotopu. Statistická analýza dále prokázala, že ani velikost fragmentu nemá vliv na míru hnízdní predace. Ačkoliv mnoho studií (např. Arango-Vélez a Kattan, 1997; Marini *et al.*, 1995) prokázalo zvyšující se míru hnízdní predace v menších fragmentovaných biotopech, Maina a Jackson (2003) došel ke stejnému výsledku jako v našem případě.

Při identifikaci hnízdních predátorů zodpovědných za predáční tlak na studovaných ruderálech byl hodnocen vzhled predovaného vejce – bodové díry ve skořápce vypovídaly o predaci ptáky, pomačkaná skořápka o predaci savci. Toto hodnocení je používáno ve všech studiích zabývajících se identifikací hlavních skupin predátorů (Danielson *et al.*, 1997; Jackson a Green, 2000; Zquette a Jenkins, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004; Boukhriss *et al.*, 2009; López-Flores *et al.*, 2009). V našem výzkumu byly případy ptačí i savčí predace hnízd. U většiny predovaných hnízd ale nebylo možné jednoznačně identifikovat skupinu hnízdních predátorů – vejce v hnízdě zcela chybělo nebo byly v blízkosti hnízda nalezeny pouze pozůstatky

skořápek. Někteří autoři ve svých studiích přisuzují absenci vejce nebo rozbité vejce predaci savčími hnízdní predátory (Cresswell, 1997; Estrada *et al.*, 2002; Githiru *et al.*, 2004). Podle Cresswell (1997) se ale jedná o chybu, jelikož některé druhy ptačích hnízdních predátorů (např. straka) jsou také schopny vejce z hnízda odnést. Navíc některé studie uvádí (např. Haskell, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Zanette, 2002), že drobní savci (např. myši) nejsou schopni rozbít skořápku křepelčího vejce a podle Schmidt *et al.* (2001,2002) a Estrada *et al.* (2002) mohou dokonce patřit k významným hnízdním predátorům drobných vajec pěvců. Z těchto důvodů mnohé studie používají kamer ke správné identifikaci hnízdní predátorů (DeGraaf, 1995; DeGraaf a Maier, 1996; Danielson *et al.*, 1997).

Instalovaná hnízda měla různou míru viditelnosti. Ačkoliv některé studie uvedly faktor skrytí hnízd jako důležitou adaptaci ptáků ovlivňující predační míru (Martin a Roper, 1988; Veselovský, 2001), náš terénní výzkum toto tvrzení nepotvrdil. Viditelnost hnízd neměla vliv na míru hnízdní predace. Ke stejnému výsledku dospěly i studie Vander Haegen a DeGraaf (1996) nebo Githiru *et al.* (2004).

8. Závěr

Tato práce představuje první pokus o srovnání faktorů ovlivňujících hnízdní predaci v rámci různých klimatických pásů. Předkládá také srovnání komunit hlavních predujících skupin v tropech, subtropích a temperátu, a zodpovídá, jaký vliv má krajinná mozaika na míru hnízdní predace.

Prvním cílem této bakalářské práce bylo porovnat míru hnízdní predace v různých klimatických zónách a nalézt faktory, které ji mohou ovlivňovat. Srovnáním řady studií byla potvrzena zvýšená míra hnízdní predace v tropických oblastech. Ta je způsobena rozdílnými abiotickými klimatickými podmínkami (oproti temperátu), které mají vliv na diverzitu i životní strategii ptáků a hnízdních predátorů. Právě celoroční hnízdění ptáků a vyšší diverzita hnízdních predátorů jsou označovány za hlavní příčiny zvýšené míry predace hnízd v tropickém klimatickém pásu.

Dalším cílem bylo zodpovědět, zda v tropických a temperátních oblastech predují hnízda stejné či odlišné komunity predátorů. Náš předpoklad byl, že se komunity hnízdních predátorů budou v různých klimatických pásích lišit. Srovnání řady studií tropů a temperátu pravdivost hypotézy potvrdilo. Komunita savčích a ptačích hnízdních predátorů jsou v tropických oblastech druhově obsáhlejší, plazi v temperátní zóně predují minimálně, kdežto v tropech patří mezi významné hnízdní predátory.

Tato práce také objasňuje, jak velký vliv může mít krajinná mozaika na hnízdní predaci. Krajinná mozaika láká ptačí populace rozmanitější distribucí potravních zdrojů, což může přitahovat hnízdní predátory a zvyšovat tak predáční tlak v těchto oblastech („okrajový efekt“). Proto jsme předpokládali, že i na studijních lokalitách bude míra hnízdní predace zvýšená v okrajovém biotopu. Vlastní terénní výzkum, využívající metodu umělých hnízd, ale tuto hypotézu nepotvrdil a z následné statistické analýzy bylo vyvozeno několik závěrů. Velikost plochy studijních oblastí neměla vliv na míru hnízdní predace, proto lze říci, že velikost fragmentu hnízdní predaci neovlivňuje. Vliv okrajového efektu nebyl prokázán, tzn. že hnízdní predátoři nerozlišovali rozdíl mezi okrajovým a interním biotopem a prohledávali celou krajinu rovnoměrně.

Předpokládali jsme, že hlavní hnízdní predátoři v okrajovém biotopu budou ptáci a savci a v interní oblasti ruderalu se bude jednat o ptáky. Z analýzy otisků hnízdních predátorů nebylo možné jednoznačně určit, které druhy tvořily hlavní komunitu hnízdních predátorů umělých hnízd. Vzhledem k tomu, že viditelnost hnízda též neměla vliv na míru hnízdní predace, bylo možné usuzovat, že hlavními hnízdními predátory na studijních pozemcích byli savci.

Další práce by se měly zaměřit na místa nedostatečného výzkumu hnízdní predace v tropech (Asie, Indonésie a střední Afrika) a na další výzkum míry hnízdní predace ve fragmentované krajině pro podporu dosavadních terénních výsledků. Výsledné informace by měli být použity k vytvoření antipredačních zařízení pro ochranu ptačích populací v silně fragmentované krajině.

9. Použitá literatura

- Anderies JM, Katti M, Shochat E. 2007.** Living in the city: resource availability, predation, and bird population dynamics in urban areas. *Journal of theoretical biology*, 247 (1): 36-49.
- Anděl P, Mináriková T, Andreas M. 2010.** Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce. Liberec. Evernia, 137 s.
- Andrén H. 1992.** Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Ecology*, 73 (3): 794–804.
- Andrén H. 1995.** Effects of landscape composition on predation rates at habitat edges. In: Hansson L, Fahrig L, Merriam G. *Mosaic landscapes and ecological processes*. London. Chapman and Hall, s 225-255.
- Angelstam P. 1986.** Predation on ground-nesting birds' nests in relation to predator densities and habitat edge. *Oikos*, 47 (1): 365-373.
- Antonov A, Atanasova D. 2003.** Re-use of old nests versus the construction of new ones in the Magpie *Pica pica* in the city of Sofia (Bulgaria). *Acta Ornithologica*, 38 (1): 1-4.
- Arango-Vélez N, Kattan GH. 1997.** Effects of forest fragmentation on experimental nest predation in Andean cloud forest. *Biological Conservation*, 81 (1): 137-143.
- Báldi A, Batáry P. 2000.** Do predation rates of artificial nests differ between edge and interior reedbed habitats. *Acta Ornithologica*, 35 (1): 53–56.
- Baruš V, Oliva O. 1992.** Plazi. Praha. Academia, 222 s.
- Batáry P, Winkler H, Báldi A. 2004.** Experiments with artificial nests on predation in reed habitats. *Journal of Ornithology*, 145 (1): 59-63.
- Bender DJ, Contreras TA, Fahrig L. 1998.** Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79 (2): 517-533.
- Bollinger EK, Bollinger PB, Gavin TA. 1990.** Effects of hay-cropping on eastern populations of the bobolink. *Wildlife Society Bulletin*, 18 (2): 142-150.
- Bollinger EK, Linder ET. 1994.** Reproductive success of Neotropical migrants in a fragmented Illinois forest. *The Wilson Bulletin*, 106 (1): 46-54.
- Boukhriss J, Selmi S, Nouira S. 2009.** Bird nest predation in a southern Tunisian oasis habitat: No evidence of "edge effect". *Acta Oecologica*, 35 (1): 174-181.
- CIA. 2013.** The World Factbook [online]. Washington: CIA. Dostupné z : <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html> (přístup 10. dubna 2013).

- Clergeau P, Croci S, Jokimäki J, Kaisanlahti-Jokimäki ML, Dinetti M. 2006.** Avifauna homogenisation by urbanisation: analysis at different European latitudes. *Biological Conservation*, 127 (3): 336-344.
- Clutton-Brock J, Wilson DE. 2002.** Mammals. London. Dorling Kindersley Limited, 400 s.
- Cresswell W. 1997.** Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behaviour. *Animal Behaviour*, 53 (1): 93–103.
- Čihař J. 1993.** Plazi a obojživelníci. Praha. Granit, 63 s.
- Danielson WR, DeGraaf RM, Fuller TK. 1997.** Rural and suburban forest edges: effect on egg predators and nest predation rates. *Landscape and Urban Planning*, 38 (1): 25-36.
- Davies NB. 2007.** Cuckoos. *Current Biology*, 17 (10): 346-348.
- DeGraaf RM. 1995.** Nest predation rates in managed and reserved extensive northern hardwood forests. *Forest Ecology and Management*, 79 (3): 227-234.
- DeGraaf RM, Maier TJ. 1996.** Effect of egg size on predation by white-footed mice. *The Wilson Bulletin*, 108 (3): 535-539.
- Devictor V, Julliard R, Couvet D, Lee A, Jiguet F. 2007.** Functional homogenization effect of urbanisation on bird communities. *Conservation Biology*, 21 (3): 741-751.
- Doherty G. 2000.** Birds. London. Usborne publishing Limited, 64 s.
- Donovan TM, Thomson III FR. 2001.** Modeling the ecological trap hypothesis: a habitat and demographic analysis for migrant songbirds. *Ecological Applications*, 11 (3): 871-882.
- Estrada A, Coates-Estrada R, Meritt D. 1994.** Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 17 (3): 229-241.
- Estrada A, Rivera A, Coates-Estrada R. 2002.** Predation of artificial nests in a fragmented landscape in the tropical region of Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 106 (2): 199–209.
- Fraser GS, Stutchbury BJM. 2004.** Area-sensitive forest birds move extensively among forest patches. *Biological Conservation*, 118 (3): 377-387.
- Fuller RA, Warren PH, Armsworth PR, Barbosa O, Gaston KJ. 2008.** Garden bird feeding predicts the structure of urban avian assemblages. *Diversity and Distributions*, 14 (1): 131-137.
- Gates JE, Gysel LW. 1978.** Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology*, 59 (5): 871-883.
- Gering JC, Blair RB. 1999.** Predation on artificial bird nests along an urban gradient: predatory risk or relaxation in urban environments? *Ecography*, 22 (5): 532–541.
- Gibbs JP. 1991.** Avian nest predation in tropical wet forest: an experimental study. *Oikos*, 60 (2): 155-161.

- Githiru M, Lens L, Cresswell W. 2004.** Nest predation in a fragmented Afrotropical forest: evidence from natural and artificial nests. *Biological conservation*, 123 (2): 189-196.
- Gowaty PA. 1984.** House sparrows kill eastern bluebirds. *Journal of Field Ornithology*, 55 (3): 378-380.
- Haskell DG. 1995.** Forest fragmentation and nest predation: are experiments with Japanese Quail eggs misleading? *The Auk*, 112 (3): 767-770.
- Chace JF, Walsh JJ. 2006.** Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning*, 74 (1): 46-69.
- Chvapil S. 1985.** Ptáci Austrálie. Praha. Československá akademie věd, 136 s.
- Isaksson D, Wallander J, Larsson M. 2007.** Managing predation on ground-nesting birds: The effectiveness of nest exclosures. *Biological Conservation*, 136 (1): 136-142.
- Jackson DB, Green RE. 2000.** The importance of the introduced hedgehog (*Erinaceus europaeus*) as a predator of the eggs of waders (*Charadrii*) on machair in South Uist, Scotland. *Biological Conservation*, 93 (3): 333-348.
- Jokimäki J, Huhta E. 2000.** Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *The Condor*, 102 (4): 838-847.
- Klug PE, Jackrel SL, With KA. 2010.** Linking snake habitat use to nest predation risk in grassland birds: the dangers of shrub cover. *Oecologia*, 162 (3): 803-813.
- Koenig SE, Wunderle J, Joseph M, Enkerlin-Hoeflich EC. 2007.** Vines and canopy contact: a route for snake predation on parrot nests. *Bird Conservation International*, 17 (01): 79-91.
- Landstrom MT, Heinsohn R, Langmore NE. 2011.** Does clutch variability differ between populations of cuckoo hosts in relation to the rate of parasitism? *Animal Behaviour*, 81 (1): 307-312.
- Lepczyk CA, Mertig AG, Liu J. 2003.** Landowners and cat predation across rural-to-urban landscapes. *Biological Conservation*, 115: 191-201.
- Lidicker JWZ. 1999.** Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape Ecology*, 14 (4): 333-343.
- Lloyd JD, Martin TE. 2005.** Reproductive success of Chestnut-collared Longspurs in native and exotic grassland. *The Condor*, 107 (2): 363-374.
- López-Flores V, Macgregor-Fors I, Schondube JE. 2009.** Artificial nest predation along a Neotropical urban gradient. *Landscape and Urban Planning*, 92 (2): 90-95.
- Macivor LH, Melvin SM, Griffin CR. 1990.** Effects of research activity on piping plover nest predation. *The Journal of Wildlife Management*, 54 (3): 443-447.

- Maina GG, Jackson WM. 2003.** Effects of fragmentation on artificial nest predation in a tropical forest in Kenya. *Biological Conservation*, 111 (2): 161-169.
- Mannan RW, Steidl RJ, Boal CW. 2008.** Identifying habitat sinks: a case study of Cooper's hawks in an urban environment. *Urban Ecosystems*, 11 (2): 141-148.
- Marcel H. 2000.** Kukačka a závody ve zbrojení. *Vesmír*, 79: 283 s.
- Marini MA, Robinson SK, Heske EJ. 1995.** Edge effects on nest predation in the Shawnee National Forest, southern Illinois. *Biological Conservation*, 74 (3): 203-213.
- Martin TE. 1987.** Artificial nest experiments: effects of nest appearance and type of predator. *The Condor*, 89 (4): 925-928.
- Martin TE. 1993.** Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43 (8): 523-532.
- Martin TE, Roper JJ. 1988.** Nest predation and nest-site selection of a western population of the Hermit Thrush. *Condor*, 90 (1): 51-57.
- Maruyama J, Seno H. 1999.** The optimal strategy for brood-parasitism: how many eggs should be laid in the host's nest? *Mathematical biosciences*, 161 (1): 43-63.
- Marzluff JM. 2001.** Worldwide urbanization and its effects on birds. In: Marzluff J. M, Bowman R, Donnelly R. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Massachusetts. Kluwer Academic publishers, s 19-47.
- Matessi G, Bogliani G. 1999.** Effects of nest features and surrounding landscape on predation rates of artificial nests. *Bird Study*, 46 (2): 184-194.
- Mebs T. 2004.** *Dravci Evropy*. Praha. Víkend, 245 s.
- Mezquida ET, Marone L. 2003.** Factors affecting nesting success of a bird assembly in the central Monte Desert, Argentina. *Journal of Avian Biology*, 32 (4): 287-296.
- Møller AP. 2009.** Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Palearctic. *Oecologia*, 159 (4): 849-858.
- Møller AP. 2010.** Interspecific variation in fear responses predicts urbanization in birds. *Behavioral Ecology*, 21 (2): 365-371.
- Møller AP, Ibáñez-Álamo JD. 2012.** Escape behaviour of birds provides evidence of predation being involved in urbanization. *Animal Behaviour*, 84 (1): 341-348.
- Murcia C. 1995.** Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10 (2): 58-62.
- Newton I. 1998.** *Population limitation in birds*. San Diego, California. Academic Press, 597 s.
- Nordby JC, Cohen AN, Beissinger SR. 2009.** Effects of a habitat-altering invader on nesting sparrows: An ecological trap? *Biological invasions*, 11 (3): 565-575.
- Oniki Y. 1979.** Is nesting success of birds low in the tropics? *Biotropica*, 11 (1): 60-69.

- Ottvall R, Larsson K, Smith HG. 2005.** Nesting success in Redshank *Tringa totanus* breeding on coastal meadows and the importance of habitat features used as perches by avian predators: Capsule Nest survival rates could not be explained by distance to habitat edges or other features used by predators. *Bird Study*, 52 (3): 289-296.
- Palomino D, Carrascal LM. 2006.** Urban influence on birds at a regional scale: a case study with the avifauna of northern Madrid province. *Landscape and Urban Planning*, 77 (3): 276-290.
- Paton PW. 1994.** The effect of edge on avian nest success: How strong is the evidence? *Conservation Biology*, 8 (1): 17-26.
- Peer BD, Rothstein SI, Delaney KS, Fleischer RC. 2007.** Defence behaviour against brood parasitism is deeply rooted in mainland and island scrub-jays. *Animal behaviour*, 73 (1): 55-63.
- Ries L, Fletcher JR, Battin J, Sisk TD. 2004.** Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 491-522.
- Robinson SK, Thompson FR, Donovan TM, Whitehead DR, Faaborg J. 1995.** Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. *Science*, 267: 1987–1990.
- Robinson WD, Robinson TR, Robinson SK, Brawn JD. 2000.** Nesting success of understory forest birds in central Panama. *Journal of avian biology*, 31 (2): 151–164.
- Roos S, Pärt T. 2004.** Nest predators affect spatial dynamics of breeding red-backed shrikes (*Lanius collurio*). *Journal of Animal Ecology*, 73 (1): 117-127.
- Sealy SG. 1994.** Observed acts of egg destruction, egg removal, and predation on nests of passerine birds at Delta Marsh, Manitoba. *Canadian field-naturalist*, 108 (1): 41-51.
- Shochat E. 2004.** Credit or debit? Resource input changes population dynamics of city-slicker birds. *Oikos*, 106 (3): 622-626.
- Schlaepfer MA, Runge MC, Sherman PW. 2002.** Ecological and evolutionary traps. *Trends Ecology and Evolution*, 17 (10): 474-480.
- Schmidt KA, Goheen JR, Naumann R. 2002.** Incidental nest predation in songbirds: behavioral indicators detect ecological scales and processes. *Ecology*, 82 (10): 2937–2947.
- Schmidt KA, Goheen JR, Naumann R, Ostfeld RS, Schaubert EM, Berkowitz A. 2001.** Experimental removal of strong and weak predators: mice and chipmunks preying on songbird nests. *Ecology*, 82 (10): 2927–2936.
- Schmidt KA, Whelan CJ. 1999.** Effects of exotic *Lonicera* and *Rhamnus* on songbird nest predation. *Conservation Biology*, 13 (6): 1502–1506.

- Sinclair KE, Hess GR, Moorman CE, Mason JH. 2005.** Mammalian nest predators respond to greenway width, landscape context and habitat structure. *Landscape and Urban Planning*, 71 (2): 277-293.
- Sisk TD, Battin J, Brand A, Ries L, Hampton H, Noon BR. 2003.** Modeling the effect of ecosystem fragmentation and restoration: Management models for mobile animals. 371 s.
- Skutch AF. 1949.** Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis*, 91 (3): 430–455.
- Skutch AF. 1966.** A breeding bird census and nesting success in Central America. *Ibis*, 108 (1): 1-16.
- Skutch AF. 1985.** Clutch size, nesting success, and predation on nests of neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs*, 36: 575–594.
- Sorace A, Gustin M. 2009.** Distribution of generalist and specialist predators along urban gradients. *Landscape and Urban Planning*, 90: 111-118.
- Stoleson SH, Finch DM. 2001.** Breeding bird use of and nesting success in exotic Russian olive in New Mexico. *The Wilson Bulletin*, 113 (4): 452–455.
- Stracey CM. 2011.** Resolving the urban nest predator paradox: the role of alternative foods for nest predators. *Biological Conservation*, 144 (5): 1545-1552.
- Šťastný K, Hudec K, Balát F. 2011.** Ptáci 3/I-II – Fauna ČR. Academia, (2) 1196 s.
- Telleria JL, Diaz M. 1995.** Avian Nest Predation in a Large Natural Gap of the Amazonian Rainforest (Depredación de Nidos en un Gran Claro Natural de la Selva Amazónica). *Journal of Field Ornithology*, 66 (3): 343-351.
- Thiede W. 2007.** Poznáváme dravce a sovy. Praha. Víkend, 95 s.
- Tkadlec E. 2008.** Populační ekologie: Struktura, růst a dynamika populací. Olomouc. Univerzita palackého v Olomouci, 392 s.
- Townsend CR, Begon M, Harper JL. 2008.** Essentials of ecology. Malden, MA. Blackwell Publishing Limited, 505 s.
- Vander Haegen MW, DeGraaf RM. 1996.** Predation rates on artificial nests in an industrial forest landscape. *Forest Ecology and Management*, 86 (1): 171-179.
- Vašák P. 2009.** Lesní ptáci. Praha. Aventinum, (2) 223 s.
- Vickery PD, Hunter ML, Wells JV. 1992.** Evidence of incidental nest predation and its effects on nests of threatened grassland birds. *Oikos*, 63 (2): 281–288.
- Veselovský Z, Dungel J. 2001.** Obecná ornitologie. Praha. Academia, 357 s.
- Villard MA. 1998.** On forest-interior species, edge avoidance, area sensitivity, and dogmas in avian conservation. *The Auk*, 115 (3): 801-805.

- Vlasák P. 1986.** Ekologie savců. Praha. Československá akademie věd, 204 s.
- Wallander J, Isaksson D, Lenberg T. 2006.** Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. *Biological conservation*, 132 (3): 343-350.
- Wegner JF, Merriam G. 1979.** Movements by birds and small mammals between a wood and adjoining farmland habitats. *Journal of Applied Ecology*, 349-357 s.
- Welbergen JA, Davies NB. 2009.** Strategic variation in mobbing as a front line of defense against brood parasitism. *Current biology*, 19 (3): 235-240.
- Wiens JA. 1994.** Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis*, 137 (1): 97-104.
- Wilcove DS. 1985.** Nest predation in forest tracts and the decline in migratory songbirds. *Ecology*, 66 (4): 1211–1214.
- Wilcove DS, McLellan CH, Dobson AP. 1986.** Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation biology*, 237-256 s.
- Willebrand T, Marcström V. 1988.** On the danger of using dummy nests to study predation. *The Auk*, 105 (2): 378-379.
- Wilson GA, Brittingham MC, Goodrich LJ. 1998.** How well do artificial nests estimate success of real nests? *The Condor*, 100 (2): 357–364.
- Winfree R. 1999.** Cuckoos, cowbirds and the persistence of brood parasitism. *Trends in ecology and evolution*, 14 (9): 338-343.
- Yahner RH, DeLong CA. 1992.** Avian predation and parasitism on artificial nests and eggs in two fragmented landscapes. *The Wilson Bulletin*, 104 (1): 162-168.
- Yahner RH, Scott DP. 1988.** Effects of forest fragmentation on depredation of artificial nests. *The Journal of Wildlife Management*, 52 (1): 158–161.
- Yom-Tov Y. 1980.** Intraspecific nest parasitism in bird. *Biological Reviews*, 55 (1): 93-108.
- Zanette L. 2002.** What do artificial nests tells us about nest predation? *Biological Conservation*, 103 (3): 323-329.
- Zanette L, Jenkins B. 2000.** Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *The Auk*, 117 (2): 445–454.

Přílohy



Příloha 1: Predace křepelčího vejce savčím hnízdním predátorem (Maňáková, 2012)



Příloha 2: Predace křepelčího vejce ptačím hnízdním predátorem (Maňáková, 2012)