

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

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2012**

**Kateřina Řezáčová**

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE

Vliv rodičů na riziko hnízdní predace u čejky chocholaté  
(*Vanellus vanellus*)

Effect of parents on nest predation risk in the northern lapwing  
(*Vanellus vanellus*)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Mgr. Miroslav Šálek, Dr.  
Diplomant: Bc. Kateřina Řezáčová

2012



### **Rozsah textové části**

30 stran

### **Klíčová slova**

riziko predace, zemědělská krajina, bahňáci

### **Doporučené zdroje informací**

- Davison W.B. & Bollinger E., 2000: Predation rates on real and artificial nests of grassland birds. - *Auk* 117: 147-153
- MacDonald M.A. & Bolton M., 2008: Predation on wader nests in Europe. - *Ibis* 150 (Suppl. 1): 54-73
- Martin T.E., Scott J., Menge C., 2000: Nest predation increases with parental activity: separating nest site and parental activity effects. - *Proc R. Soc Lond B* 267: 2287-2293
- Salathé T., 1987: Crow predation on coot eggs: effects of investigator disturbance, nest cover and predator learning. - *Ardea* 75: 221-229
- Sheldon R., Chaney K. & Tyler G.A., 2007: Factors affecting nest survival of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in arable farmland: an agri-environment scheme prescription can enhance nest survival. - *Bird Study* 54: 168-175
- Sonerud G.A., Fjeld P.E., 1987: Long-term memory in egg predators: An experiment with a Hooded Crow. - *Ornis Scand* 18: 323-325
- Šálek M., Šmilauer P., 2002: Predation on Northern Lapwing *Vanellus vanellus* nests: the effect of population density and spatial distribution of nests. - *Ardea* 90: 51-60
- Teunissen W., Schekkerman H., Willems F. & Majoer F., 2008: Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. - *Ibis* 150 (Suppl. 1): 74-85

### **Vedoucí práce**

Šálek Miroslav, doc. Mgr., Dr.

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Vedoucí katedry

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 1.2.2012

## ***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Mgr. Miroslava Šálka, Dr., také prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Současně dávám svolení k uveřejnění této bakalářské práce na webových stránkách Fakulty životního prostředí (FŽP) České zemědělské univerzity v Praze (ČZU).

V.....dne.....

.....

Podpis

## *Poděkování*

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu prof. Mgr. Miroslavovi Šálkovi, Dr. za jeho cenné rady a připomínky při tvorbě této práce.

Zároveň děkuji svým rodičům a přátelům za jejich podporu, kterou mi po celou dobu studia věnovali.

Kateřina Řezáčová

## **ABSTRAKT**

Predátoři uplatňují rozmanité strategie při vyhledávání a získávání potravy (*search image*). Jednou z možných taktik při predaci ptačích hnízd může být schopnost predátora (např. vrány) lokalizovat polohu inkubujícího rodiče, snůšku navštívit a vyplenit v době jeho nepřítomnosti na hnízdě, tedy bez rizika přímého konfliktu s ním. Existence této taktiky byla testována experimentálně pomocí plastových atrapy čejek a 87 experimentálních dvojic umělých hnízd na 11 reálných hnízdištích čejek v jižních a východních Čechách v roce 2011. Obě hnízda v rámci dvojice byla vždy instalována současně; v obou byla položena čtyři vejce, v jednom z nich byla navíc upevněna atrapa inkubující čejky. Hnízda v rámci dvojice byla vzdálena 40 m, nacházela se v témže biotopu, ve stejné vzdálenosti od hranice pozemku i vyhlídek pro predátory. Vzdálenost mezi sousedními dvojicemi byla vždy nejméně 300 m. Po 10-12 hodinách byly atrapy odstraněny, zároveň byla přehozena vejce mezi hnízdy v rámci dvojice. Po 48 hodinách byla provedena kontrola osudů hnízd. Efekt atrapy byl testován pomocí smíšeného modelu s binomickou odezvou osudu hnízda (sežráno/přežilo), s prediktory ne/přítomností atrapy, biotopem, vzdáleností od nejbližší vyhlídky pro predátora a jejich interakcemi. Oblast a hnízdní dvojice (treatment) byly zohledněny jako náhodné efekty. Nejvýznamnějším prediktorem vysvětlujícím riziko predace byla přítomnost atrapy (17,2 % predace s atrapou versus 6,9 % bez atrapy), uplatnil se i vliv druhu plodiny. Vzdálenost od vyhlídky pro predátora nebyla průkazná. Výsledky dokumentují, že predátoři mohou uplatňovat vizuální paměť při dodatečném hledání ptačích hnízd a volit taktiku, při níž se vyhýbají konfliktním střetům s inkubujícími rodiči. Intenzivní inkubace (více než 80 % času stráveného čejkami na hnízdě) tak může být vnímána i jako antipredační strategie čejek vůči některým vizuálním predátorům.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

riziko predace, zemědělská krajina, bahňáci

## **ABSTRACT**

Predators apply various search-image tactics for finding and obtaining food. One of the tactics associated with predation of bird nests can be ability of predator (e.g. corvid) to localize the position of incubating parent during preliminary search from elevated point and, consequently, predate the clutch without a risk of direct conflict with the parent at the moment of its absence at the nest. The existence of this tactic was experimentally tested using plastic dummies of northern lapwings (*Vanellus vanellus*) and 87 pairs (dyads) of artificial nests on 11 real breeding grounds of lapwings in Southern and Eastern Bohemia in 2011. Both nests within each nest dyad were installed simultaneously; we put 4 eggs in each nest and in one (randomly selected) we fixed a dummy incubating lapwing. The nests within the dyads were 40 m apart in same habitat and same distance from habitat edge as well as perch for avian predator. The difference between the nest pairs achieved at least 300 m. The dummies were removed after 10-12 hours and two eggs were exchanged between the nests within each dyad. We checked nest fates after 48 hours. The effect of dummies, habitat, distance from perch and their interactions were tested using mixed-effect model with binomial response (robbed/survived). Region and the trial (nest dyad) were treated as random effects. Presence of the dummy was confirmed as the most important predictor explaining nest predation risk (17.2 % predation events on nests with dummies versus 6.9 % without them); in addition, habitat effect was also significant in contrast with the distance of perch. The results document that predators may apply visual memory for delayed searching of bird nests and use this tactic avoiding conflicts with incubating parents. Intensive incubation (more than 80% of time is spent on nests by lapwings during incubation) might be perceived as an antipredation tactic of lapwings against some visually oriented predators.

## **KEYWORDS**

predation risk, agricultural landscape, waders



# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>- 9 -</b>
1.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MÍRU PREDACE .....	- 9 -
1.1.1 Lidské aktivity na hnízdištích.....	- 10 -
1.1.2 Početnost hnízdících ptáků a vliv fragmentace .....	- 11 -
1.1.3 Množství potenciálních predátorů.....	- 12 -
1.1.4 Vliv vzdálenosti od okraje lokality či od potenciálních vyhlídek pro predátory.....	- 13 -
1.1.5 Uniformita lokality .....	- 14 -
1.1.6 Volba vhodné lokality.....	- 15 -
1.1.7 Viditelnost inkubujícího rodiče.....	- 15 -
1.2 ČEJKA CHOCHOLATÁ JAKO MODELOVÝ DRUH.....	- 16 -
<b>2. CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>3. METODIKA.....</b>	<b>- 19 -</b>
3.1 VÝBĚR LOKALIT.....	- 19 -
3.1.1 Jižní Čechy – Písek a okolí.....	- 19 -
3.1.2 Východní Čechy – Hradec Králové a okolí.....	- 19 -
3.2 HARMONOGRAM TERÉNNÍCH PRACÍ.....	- 20 -
3.3 EXPERIMENTÁLNÍ HNÍZDA .....	- 21 -
3.4 ZPRACOVÁNÍ DAT .....	- 22 -
<b>4. VÝSLEDKY .....</b>	<b>- 24 -</b>
4.1 VLIV PŘÍTOMNOSTI/NEPŘÍTOMNOSTI ATRAPY .....	- 25 -
4.2 VLIV DRUHU PLODINY.....	- 25 -
4.3 VLIV INTERAKCE PLODINA: ATRAPA .....	- 26 -
<b>5. DISKUZE .....</b>	<b>- 28 -</b>
5.1 OPĚTOVNÁ PREDACE.....	- 28 -
5.2 VLIV PŘÍTOMNOSTI/NEPŘÍTOMNOSTI ATRAPY .....	- 28 -
5.3 VLIV PLODINY.....	- 29 -
5.4 VLIV VZDÁLENOSTI OD VYHLÍDEK PRO PREDÁTORY .....	- 31 -
5.5 VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTU K OCHRANĚ HNÍZD.....	- 31 -
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>- 33 -</b>
<b>7. PŘEHLED LITERATURY .....</b>	<b>- 34 -</b>

# 1. ÚVOD

Predace je významnou příčinou mortality u ptáků, u nichž představuje hlavní faktor ohrožující hnízdní úspěšnost (Ricklefs 1969, Galbraith 1988, Martin 1993a, Chamberlain a Crick 2003). Dnes je problematika hnízdní predace předmětem zájmu širokého okruhu odborníků, neboť změny v krajině způsobené člověkem často oslabují druhy náchylné k predaci (např. snížením jejich hnízdních příležitostí – Bayne & Hobson 1997, Stephens et al. 2003, MacDonald & Bolton 2008a; zvýšeným rušením – Casas et al. 2009; apod.). Na druhé straně změny v krajině zlepšují podmínky pro predátory generalisty (mozaika běžných biotopů jako jsou pole s vodotečemi, liniovou zelení, remízky, okraji zástavby – např. Fuller et al. 2002, Wallander et al. 2006, Eglington et al. 2009), jejichž populace se stávají pro mnohé druhy představující kořist neúnosnou zátěží. Predátoři mohou způsobit postupný pokles populace kořisti, který může vést až k jejímu zániku, nebo mohou snižovat její počty natolik, že může být náchylná k zániku z jiných příčin v rámci extinkčního víru (Primack 1995). Zpětně se lze také domnívat, že populace, jejíž početnost klesla z jiných příčin, se mohla do nepříznivé situace dostat v důsledku prvotní intenzivní predace (MacDonald & Bolton 2008a).

Ekologickou skupinou ptáků, která je silně ovlivňována ze strany hnízdních predátorů, jsou na zemi hnízdící ptáci. Patří mezi ně kurovití, někteří pěvci, vrubozobí a bahňáci. Typickým a u nás nejhojnějším představitelem řádu bahňáků je čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*). Jedná se o bahňáka využívajícího k hnízdění otevřenou zemědělskou krajinu (Bejček & Šťastný 1999). Rizika predace hnízd tohoto bahňáka související s možnou detekcí rodiče inkubujícího snůšku predátorem jsou předmětem této diplomové práce.

## 1.1 Faktory ovlivňující míru predace

Faktorů, které mohou ovlivňovat míru predace, je celá řada. Jako hlavní z nich se ukazují být změny v krajině v důsledku intenzivní lidské činnosti. Ty následně provází úbytek početnosti hnízdních ptáků (např. koloniálně hnízdních, kteří se

v menších skupinách hůře brání útokům predátorů – Berg et al. 1992a, MacDonald & Bolton 2006 in Stillman et al. 2006), nárůst početnosti a koncentrace predátorů na lokalitách se snáze dostupnou kořistí (např. na intenzivně obhospodařovaných loukách – Jenkins & Watson 2001; v jetelištích s koncentrací hrabošů – Graham 2002; apod.), samotné lidské aktivity na hnízdištích (ať už jde o špatně koncipovanou ochranu hnízd nebo upozorňování predátorů na hnízda častými návštěvami hnízdišť – Kragten et al. 2008, Teunissen et al. 2008) či intenzivní pastva (kdy vysoký počet zvířat na pastvině ruší ptáky, kteří častěji opouští svá hnízda, a tím je vystavují krkavcovitým predátorům – Hart et al. 2002, MacDonald & Bolton 2006 in Stillman et al. 2006). Roli může sehrávat i množství a dostupnost alternativní kořisti (viz Evans 2004), samotný charakter hnízdní lokality (uniformita porostu a s tím související krypta hnízda, výška porostu, vzdálenost od okraje a od potenciálních vyhlídek pro predátory), volba vhodné lokality pro zahnízdění (související s nabídkou potravy) a v neposlední řadě také viditelnost rodiče inkubujícího snůšku (na což může mít vliv opět více faktorů). Nástin problematiky jednotlivých faktorů je uveden dále. Vzhledem k velkému spektru možných příčin zaměřuji svou pozornost na prostředí, které obývá modelový druh vybraný pro tuto práci, čejka chocholátá.

### **1.1.1 Lidské aktivity na hnízdištích**

Stále častěji se na zemědělské půdě přistupuje k ochraně hnízd. Příkladem může být placení farmářům za nalezená hnízda jako za „produkt“ (Musters et al. 2001), kdy samotní farmáři vyhledávají hnízda, která si označí (např. pomocí tyčí) a při pojezdech po poli se těmto místům vyhnou. Za úspěšně vylíhnutá hnízda (či za prokázání, že selhali z jiných příčin než přejetím mechanizací) pak dostanou zapláceno. Na druhou stranu predátoři (jako je liška obecná, *Vulpes vulpes*, či krkavcovití ptáci, *Corvidae*) mohou reagovat na lidské aktivity, jakými bývají např. již výše zmíněná označování hnízd na polích pomocí tyčí.

Podobné tyče jako ve studii Musterse et al. (2001) byly využívány pro umístění kamer sloužících k identifikaci predátora ve studii Teunissena et al. (2008). Autoři této studie uvádí, že denní míra přežití byla nižší v hnízdech s kamerou než v hnízdech bez ní (ve dvou ze třech studovaných oblastí), což poukazuje na možnost

vyhledávání takto označených hnízd predátory. Věnovali se také dobrovolné ochraně hnízd, při níž se jim několikrát stalo, že dobrovolníci přišli o všechna „svá“ hnízda právě kvůli predaci. Autoři připouštějí, že příčinou predace by mohlo být časté navštěvování hnízd dobrovolníky, které upozornilo na jejich umístění.

Také Kragten et al. (2008) se zabývali otázkou, zda dobrovolnická ochrana hnízd může zvětšit úspěch hnízdění na zemi hnízdících ptáků. Studie srovnávala úspěšnost hnízdění chráněných a nechráněných hnízd čejek chocholatých v průběhu dvou let na holandských farmách zabývajících se zemědělskou produkcí. Ačkoli ochrana hnízd významně snížila ztrátu hnízd kvůli farmaření, nebyl zde žádný významný rozdíl mezi celkovým hnízdním přežitím chráněných a nechráněných hnízd. Zaznamenané údaje ukázaly, že chráněná hnízda byla predována či opouštěna častěji, což mohlo být způsobeno častými návštěvami chráněných hnízd dobrovolníky.

Kleijn et al. (2001) uvádí, že na 78 „párových“ polích (tj. vždy dvě pole se stejnou pěstovanou plodinou, ale na jednom byl zaveden management pro ochranu a na druhém nikoli) v Holandsku nebyl pozorován žádný pozitivní účinek ochrany na druhové rozmanitosti místního ptactva (i rostlinstva). Dokonce se na polích s ochranným způsobem obhospodařování vyskytovaly čtyři druhy nejběžnějších bahňáků méně často než na polích obhospodařovaných konvenčně.

Studie tedy naznačují, že opakované návštěvy hnízd pozorovatelem a upozorňování predátorů na jejich přítomnost mohou zvyšovat riziko predace. Predátoři tedy aktivně vyhledávají hnízda a pravděpodobně využívají rozmanité signály využívat rozmanitých signálů včetně častého pohybu pozorovatelů v blízkosti hnízd. Po odchodu pozorovatele může predátor pátrající po kořisti navštívit inkriminované místo s využitím pachových stop nebo pomocí vizuální paměti.

### ***1.1.2 Početnost hnízdících ptáků a vliv fragmentace***

Podle Evanse (2004) může zemědělská intenzifikace zvýšit predaci tím, že dochází ke změnám v hustotě hnízdících ptáků nebo predátorů. S podobným tvrzením přišli i Green et al. (1990), Berg et al. (1992a) a Seymour et al. (2003), kteří uvádějí, že úroveň predace může také zvýšit snižující se hustota ptáků v zemědělské krajině. Ptáci hnízdící v nízkých hustotách jsou tak méně úspěšní v kooperaci při odrážení

predátora. Množství ptáků, které se vrací ze zimovišť na hnízdiště, může také určovat, zda dojde k vytvoření hnízdních kolonií či nikoli.

Ptáci často nemohou kvůli fragmentaci krajiny vytvořit dostatečně velké kolonie, ve kterých by se lépe bránili predátorům i přesto, že jich v dané oblasti hnízdí dostatek. Chalfoun et al. (2002) provedli syntézu 120 studií, které se zabývaly hypotézou, že populační poklesy mnoha ptačích druhů jsou přisuzovány vyšší míře predace ve fragmentovaných krajinách. Autoři zjistili, že vliv predátora (ať už zvýšené početnosti, aktivity nebo druhové bohatosti při okrajích) je silnější v zemědělských krajinách než v lesních. Častějšími predátory jsou podle nich ptáci než savci.

Jak uvádí např. Berg et al. (1992a), čejky minimalizují vliv ptačích predátorů tím, že hnízdí v koloniích (v dané studii až 92% ptáků; až 28 hnízd v jedné kolonii).

Čejky, které se kvůli nedostatku vhodných lokalit pro vytvoření kolonií těžko společně brání atakům ptačích predátorů, mohou trpět zvýšenou mírou hnízdní predace. Rizikovým faktorem predace může být tedy neschopnost vytvoření kolonií spojená s dobrou viditelností hnízd díky fragmentované krajině. Předmětem ochrannářských úvah by mělo být, jak tuto viditelnost snížit, jak k těmto hnízdům omezit přístup predátorů, či jak umožnit čejkám hnízdit ve větším počtu (např. zvětšení lokality pro vytvoření efektivně se bránící kolonie apod.).

### ***1.1.3 Množství potenciálních predátorů***

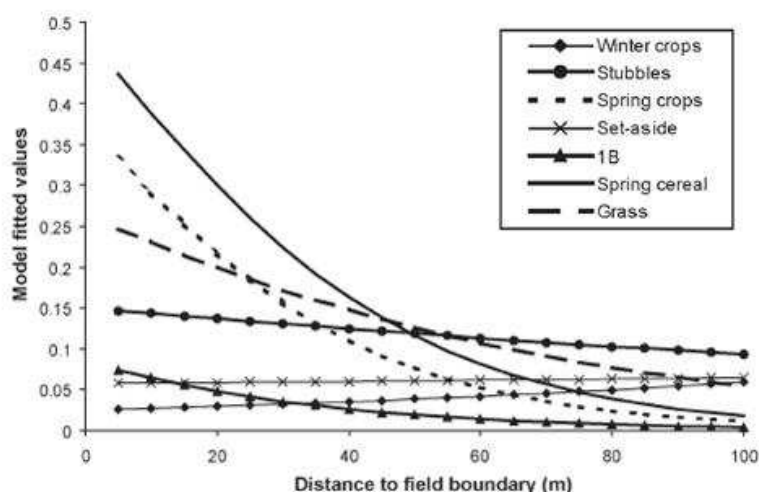
Bolton et al. (2007) se ve své studii věnovali množství a rozmístění predátorů, kdy experimentálně odstraňovali lišku obecnou a vránu obecnou (*Corvus corone*). Na šesti z 11 lokalit došlo k dvakrát vyššímu úspěchu líhnutí po odstranění predátorů, ale na některých lokalitách došlo dokonce i k poklesu. Autoři si to vykládají tak, že právě rozmístění, početnost a aktivita predátorů může mít vliv na míru predace na jednotlivých lokalitách.

Podobný experiment s odstraňováním lišky a vrány prováděli i Fletcher et al. (2010) v severní Anglii po dobu osmi let. Během experimentu došlo až k trojnásobnému nárůstu hnízdní úspěšnosti čejky chocholaté. Průměrně docházelo k nárůstu její početnosti o 14 % ročně. Následně pak k poklesu o 17 % při absenci odstraňování predátorů.

Nárůst predátorů a míry predace může být na některých lokalitách velmi výrazný, a to jak ze strany ptačích tak savčích predátorů. Mezi ptačí predátory patří i korvidi, kteří jsou obdařeni schopností učit se (např. Sonerud & Fjeld 1987) a mohou být velmi aktivními hledači hnízd na přehledných lokalitách s výskytem čejek, které se naučí nalézat podle inkubujících rodičů.

#### 1.1.4 Vliv vzdálenosti od okraje lokality či od potenciálních vyhlídek pro predátory

Jak uvádějí Sheldon et al. (2007) ve své studii prováděné v Anglii, vzdálenost od polní hranice a vyhlídek pro predátory měla významný vliv na přežití hnízda (obrázek č. 1). Hnízda, která byla více než 50 m od nejbližší hranice pole, měla vyšší denní míru přežití než hnízda, jež byla blíž.

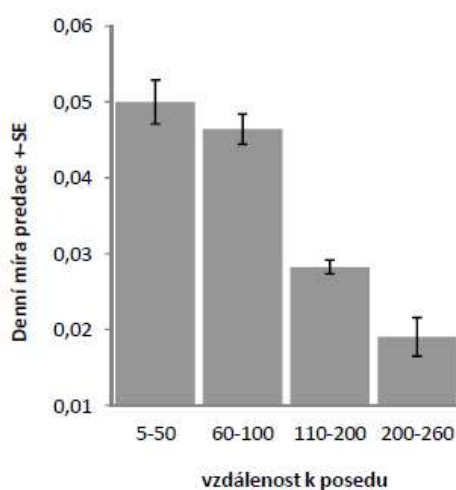


Obrázek č. 1: Model hodnoty efektu vzdálenosti od nejbližší hranice pole na denní ztrátě hnízd a typu porostu (Sheldon et al. 2007).

Na druhou stranu Berg (1996), který ve své práci testoval vliv predace na umělá hnízda bahňáků, hnízda soliterně hnízdících kolih velkých (*Numenius arquata*) a čejek chocholatých a hnízda koloniálně hnízdících čejek chocholatých, uvádí, že srovnání hnízd umístěných blízko (< 50 m) a daleko (> 200 m) od okraje lesa neodhalilo žádné zvýšené predační riziko pro hnízda situovaná blízko u okrajů pro jakýkoli ze studovaných typů hnízd. Ke stejnému závěru dospěl i ve své práci z roku 1992 (Berg et al. 1992b), kdy porovnával míru predace na jihu a na severu Švédska. Tentýž rok však prováděl ještě jednu studii (Berg et al. 1992a) v centrálním Švédsku, kde

vzdálenost od okraje či od vyhlídky pro predátora hrála roli na hnízdní úspěšnosti čejek (častěji byla predována hnízda do vzdálenosti 50 m), což podle autorů ukazuje na to, že ptáci zde byli důležitými predátory čejčích hnízd.

V českých podmínkách tento faktor testoval ve své diplomové práci Štorek (2011). Studii prováděl na 115 nalezených hnízdech čejky chocholaté v jižních Čechách. Prokázal vliv vzdálenosti od vyhlídky pro predátory na denní míru predace těchto hnízd, ale hraniční vzdálenost nebyla 50 m, jak uvádí výše zmínění autoři, ale až 100 m (viz obrázek č. 2).



Obrázek č. 2: Vliv vzdálenosti k posedu na denní míru predace (Štorek 2011).

Z literatury jasně nevyplyvá, zda vzdálenost od okraje či od vyhlídek pro predátory má vliv na riziko hnízdní predace či nikoli. Tento faktor je nejspíše závislý také na jiných faktorech, např. na množství vizuálně se orientujících predátorů v oblasti a na charakteru lokality, což prokazuje i rozdílná vzdálenost od okraje mající vliv na míru predace v různých oblastech (Anglie a Švédsko 50 m, Česká republika 100 m).

### ***1.1.5 Uniformita lokality***

Baines (1990) uvádí, že uniformní porost, který je typický pro udržované pastviny, dobře vysvětluje pozorované vysoké hnízdní ztráty. Ptačí predátoři mohou snáze nalézt hnízda kvůli nedostatku hnízdní krypse. Totéž potvrdili i další autoři (Shrubbs 1990, Evans 2004, Newton 2004, Whittingham & Evans 2004 a Wilson et al. 2005).

Čejčí hnízda na polích s pestřejší mozaikou vegetace a různorodou zemní mikrotopografií mohou mít lepší hnízdní krypsi. Tento faktor částečně vysvětluje nízkou úroveň ničení hnízd na takových lokalitách (Sheldon et al. 2007).

Většina plodin pěstovaných v České republice tvoří uniformní porost, který se navíc brzy z jara, kdy čejky hnízdí, vyznačuje nízkou vegetací. Lze tedy předpokládat, že ptáci sedící na hnízdech budou vidět v našich polních podmínkách lépe než na neudržovaných plochách (např. v mokřadech) s heterogennějším porostem.

#### ***1.1.6 Volba vhodné lokality***

MacDonald & Bolton (2008a) uvádějí, že bahňáci se rozhodují ohledně umístění hnízda podle jiných faktorů, než je minimalizace hnízdní predace. Ptáci obecně dávají přednost oblastem s větším množstvím potravy pro dospělé, ačkoli míra reprodukce může být v takovýchto oblastech nižší, např. právě kvůli vysoké hustotě predátorů.

Henderson et al. (2000) se domnívají, že louky jsou preferovány jako potravní stanoviště krkavcovitými ptáky, což může být možné vysvětlení pro sníženou míru přežití hnízd na lokalitách s převahou luk (v případě, že korvidi jsou nejvýznamnější predátoři). Picozzi (1975), Salathé (1987), Sonerud & Fjeld (1987) vyjádřili domněnku, že lokální dopad predace vránou může být větší, jelikož se zdá, že někteří jedinci se specializují na predování hnízd.

Některá čejkami upřednostňovaná stanoviště se pro ně mohou stát ekologickou pastí kvůli zvýšené predaci. Nalezení takovýchto lokalit a pojmenování zodpovědných faktorů by mohlo být užitečné z hlediska ochrany druhu (viz předcházející část kapitoly 1.1).

#### ***1.1.7 Viditelnost inkubujícího rodiče***

Skutch (1949) formuloval hypotézu, že přítomnost rodiče na hnízdě může ovlivňovat riziko hnízdní predace. Predátoři si mohou všimnout umístění hnízda v době krmení mladých (rodičovská aktivita je větší, častěji přilétají a odlétají od hnízda než v době inkubace) a míra predace by tedy podle autora měla být největší v době péče o mladé. Skutch dále vyvodil, že hnízdo s menším počtem potomků, které rodiče



nebudou muset tak často krmit, má větší šanci na přežití než hnízdo s více mládřaty. Skutchovu hypotézu následně testovali a podpořili následující autoři: Martin et al. (2000a), Martin et al. (2000b), Muchai & du Plessis (2005), Eggers et al. (2008).

Na druhé straně Roper & Goldstein (1997), kteří také testovali Skutchovu hypotézu, zjistili, že míra predace byla stejná během fáze inkubace i fáze krmení mladých. Lze tedy předpokládat, že predátoři jsou schopni se orientovat i podle rodiče sedícího na hnízdě.

Korvidi jsou známí svou schopností zapamatovat si umístění hnízda. Tento paměťový efekt potvrdili např. Sonerud & Fjeld (1987), kteří prokázali, že se predátoři vraceli na místa, kde již nějaké hnízdo predovali.

Je tedy možné, že si korvidi najdou hnízdo pomocí inkubujícího rodiče, zapamatují si jeho umístění a predují ho po odletu rodiče, aby se s ním nemuseli střetnout, jako je tomu v případě čejek, které jsou větší než oni a agresivně svá hnízda obhajují (Elliot 1985).

Zda korvidi využívají tuto strategii k predaci hnízd, dosud nebylo testováno. Cílem této diplomové práce proto bylo pomocí terénního experimentu ověřit, zda jsou korvidi opravdu schopni zapamatovat si umístění hnízda pomocí sedícího rodiče (v našem případě plastové atrapy) a po jeho odletu (resp. odstranění) vyplenit takto předem vyhlédnutá hnízda.

## **1.2 Čejka chocholátá jako modelový druh**

Čejka chocholátá jako typický zástupce skupiny bahňáků hnízdí na zemi v otevřené krajině, kde viditelně inkubuje svou snůšku (lze ji snadno vyzorovat dalekohledem). Její hnízda jsou vystavena vysokému riziku predace (Martin 1993b), a proto se u ní vyvinuly morfologické a behaviorální adaptace snižující míru predace. Mezi tyto adaptace patří např. útoky na ptačí (dospělcům méně nebezpečné) predátory spolu s koloniálním hnízděním a spoléhání se na krypsí vajec po úniku z hnízda do bezpečné vzdálenosti, pokud se na hnízdišti pohybuje predátor (Šálek a Cepáková 2006).

Pokud mohou (je-li jich dostatečný počet a najdou-li vhodnou lokalitu), hnízdí čejky v koloniích, protože jim to umožňuje kooperovat při odrážení útoků predátorů (především ptačích) a prokazatelně tak snižovat míru predace jejich hnízd (Berg et al. 1992a, Šálek & Šmilauer 2002).

Jako jednu ze strategií ochrany svých hnízd používají čejky agresivní útoky vůči blízkým se predátorům. Efektivnost této strategie prokázali ve své studii např. Eriksson & Gotmark (1982). Agresivně se chovající čejky měly pozitivní vliv na přežití hnízd dalších na zemi hnízdících ptáků uvnitř jejich kolonií. Goransson et al. (1975) a Elliot (1985) zase prokázali, že přítomnost hnízdících čejek redukovala míru predace na umělých hnízdech umístěných v jejich teritoriích.

Šálek a Cepáková (2006) ve své práci zjišťovali, zda se kulíci říční (*Charadrius dubius*) a čejky chocholaté spoléhají na kryptické zbarvení svých vajec. V případě kulíků docházelo častěji k opouštění hnízda při zahlédnutí predátora (přilétajícího korvida), což dokazuje spoléhání se na krypsí vajec. Autoři si to vysvětlují tím, že kulíci jsou menší než čejky i než krkavcovití predátoři, a proto se nepouštějí do přímého kontaktu s nimi. Na rozdíl od kulíků čejky sice také opouštěly svá hnízda, ale zdaleka ne tak často. Zdá se, že se více spoléhají právě na atakování predátorů v kombinaci s koloniálním hnízděním. Hnízdo tedy opouští jen nakrátko kvůli potravě, a pokud se přiblíží ptačí predátor, je atakován bez příležitosti dostat se k hnízdu.

Vlastní hnízda i vejce čejek mají kryptické zbarvení, takže se dá předpokládat, že je pro vizuální predátory snazší nalézt je podle rodiče než přímo. Vrány vyhledávající kořist z výšek na čejčích hnízdištích mohou tedy snadno detekovat čejky na hnízdech. Vejce jsou pro vránu výživná, a proto je pro ni výhodné je aktivně vyhledávat.

Nikdy nebyl popsán střet čejky s vránou přímo u hnízda. Čejka má tedy všechny předpoklady pro testování navržené hypotézy.

## **2. CÍLE PRÁCE**

1. Pomocí terénního experimentu s umělými hnízdy a atrapami rodičů modelového ptačího druhu otestovat schopnost zrakem se orientujících predátorů zapamatovat si polohu hnízda nalezeného díky inkubujícímu rodiči v kombinaci s vlivem nabídky vyhlídek pro predátory.
2. Otestovat vliv vzdálenosti od vyhlídek a efekt biotopu.

## **3. METODIKA**

### **3.1 Výběr lokalit**

#### **3.1.1 Jižní Čechy – Písek a okolí**

Region Písecko se rozprostírá na pomezí středních a jižních Čech v severozápadní části Jihočeského kraje. Je krajinou střídajících se polí, luk, zalesněných vrcholků a hlubokých údolí řek, přičemž jednu třetinu jeho rozlohy tvoří lesy. Biologicky zajímavou část představují rybníky v rovinných částech regionu s mnoha chráněnými územími. Celá tato oblast je již mnoho let využívána jako hnízdiště čejek i jiných druhů bahňáků právě kvůli vhodným podmáčeným biotopům, na kterých čejky hnízdí nebo shání potravu (Šálek 1994, in verb).

Mnou využitě lokality leží v jižní části tohoto regionu. Tři lokality (Hradiště, Putim a Ražice) se nacházejí podél toku řeky Otavy (než vtéká do jihozápadní části města Písek) a další dvě (Heřmaň a Klokočín) jsou na levém břehu řeky Blanice, která se u města Putim vlévá do Otavy. Poslední lokalita (Žďár) je situována u Tálínského rybníka.

Přesné umístění jednotlivých lokalit znázorňuje mapa v Příloze č. 1.

#### **3.1.2 Východní Čechy – Hradec Králové a okolí**

Lokality zařazené do této oblasti se nacházejí v Pardubickém kraji, přesněji v severovýchodní části pardubického regionu (Chvojenec, Drahoš, Černá za Bory; max. 20 km od Hradce Králové) a v Královéhradeckém kraji (Hradec Králové - Svinary, Dobrá Voda u Hořic). Celá tato oblast leží v rovinné části České tabule spadající do povodí Labe a jeho četných drobných přítoků.

Čejky zde nehnízdí v tak hojném počtu jako v oblasti jižních Čech, ale je zde několik vhodných lokalit pro jejich hnízdění a tedy i pro potřeby experimentu.

Lokalita Hradec Králové - Svinary leží přímo ve městě Hradec Králové (mezi částmi Slatina a Svinary). Jedná se o okrajovější část města s převahou polí sevřenou mezi dvěma silnicemi druhé a třetí třídy. Další lokalita (Drahoš) se nachází v přírodní rezervaci Žernov, v okolí rybníka Šmatlán. Nedaleko od ní je lokalita Chvojenec

ležící mezi Chvojeneckým a Drahošským potokem. Lokalita Černá za Bory je oblastí polí mezi obcemi Staročernsko a Spojil. Poslední lokalita (Dobrá Voda u Hořic) se nachází u Dobrovodského rybníka a táhne se podél Dobrovodského potoka.

Konkrétní lokality byly vybírány podle zkušeností místních obyvatel (in verb) s hnízděním čejek v dané oblasti (Hradec Králové - Svinary, Drahoš, Chvojenec) a ze seznamu lokalit získaných celorepublikovým mapováním hnízdišť čejky v roce 2008 pod záštitou České společnosti ornitologické (Dobrá Voda u Hořic, Černá za Bory).

Přesné umístění jednotlivých lokalit znázorňuje mapa v Příloze č. 2.

Pro experiment byly vybírány louky a pole, které nebyly obsazeny hnízdícími ptáky, aby nedocházelo k jejich ovlivňování či ke zvyšování predace. Jednalo se ale o oblasti, které čejky využívaly ke hnízdění (hnízdily např. v sousedních polích), abych zajistila, že místní predátoři mohou znát čejčí hnízda a aktivně je vyhledávat.

### 3.2 Harmonogram terénních prací

Experiment probíhal od dubna do května 2011 (přesný harmonogram prací na jednotlivých lokalitách viz tabulka č. 1), tedy v době hnízdění většiny čejek v České republice (Hudec & Šťastný 2005).

Tabulka č. 1: Termíny návštěv jednotlivých lokalit.

	lokalita	datum zahájení	datum ukončení
Jižní Čechy - Písecko	Žďár	16.4.2011	18.4.2011
	Klokočín	18.5.2011	20.5.2011
	Heřmaň	19.5.2011	21.5.2011
	Ražice	20.5.2011	22.5.2011
	Putim	21.5.2011	23.5.2011
	Hradiště	22.5.2011	24.5.2011
Východní Čechy - Královéhradecko	Hradec Králové-Svinary	23.4.2011	25.4.2011
	Černá za Bory	1.5.2011	3.5.2011
	Dobrá Voda u Hořic	7.5.2011	9.5.2011
	Chvojenec	12.5.2011	14.5.2011
	Drahoš	13.5.2011	15.5.2011

### 3.3 Experimentální hnízda

Experiment byl prováděn pomocí umělých hnízd napodobujících reálné snůšky čejky chocholaté s využitím plastových napodobenin čejek chocholatých (dále jen atrapy) umístěných na těchto umělých hnízdech. Jeden pokus (treatment, opakování; tj. soubor dvou hnízd, která jsou posuzována jako jednotka) zahrnoval dvě umělé snůšky. V každé snůšce bylo instalováno po čtyřech křepelčích vejcích (mají podobné zbarvení jako vejce čejek a jsou komerčně dostupné). Jednotlivá hnízda byla vzdálena přibližně 40 m od sebe, aby se zaručilo, že budou umístěna ve stejném biotopu, budou mít přibližně stejnou vzdálenost od okraje plochy i potenciálních vyhlídek pro ptačí predátory. Od těchto vyhlídek (stromy, vyšší křoviny, sloupy elektrického vedení o výšce nejméně 3 m) či okrajů byla hnízda umísťována ve vzdálenosti 10-100 m. Jde o vzdálenost zvýšeného rizika hnízdní predace čejek chocholatých v jižních Čechách (Štorek 2011). Počty lokalit v jednotlivých vzdálenostních kategoriích uvádí tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Počet dvojic hnízd zařazených do jednotlivých skupin vzdáleností na lokalitách.

oblast	lokalita	vzdálenosti [m]				
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Jižní Čechy - Písecko	Žďár	2	2	2	2	1
	Klokočín	2	2	1	2	2
	Heřmaň	2	2	3	1	1
	Ražice	1	1	3	1	2
	Putim	1	3	1	2	1
	Hradiště	1	1	3	1	2
Východní Čechy - Královéhradecko	Svinary	3	2	1	1	2
	Černá za Bory	2	2	2	2	1
	Dobrá voda u Hořic	2	3	2	1	1
	Chvojenec	2	2	2	1	2
	Drahoš	2	2	1	2	2
	<b>celkem</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>17</b>

Jednotlivé dvojice hnízd (přesněji prut o délce cca 1 m zabodnutý uprostřed spojnice obou hnízd) byly zaměřeny pomocí GPS, aby byly snadno opakovaně dohledatelné. Minimální vzdálenost mezi dvojicemi hnízd byla 300 m. Vzdálenost mezi jednotlivými opakováními (resp. mezi lokalitami) byla taková, aby studovaná plocha

pokryla potravní okrsky co nejvíce jedinců vizuálně se orientujících predátorů (tedy několik desítek km<sup>2</sup>).

Hnízda byla instalována v časných ranních hodinách. Z každé dvojice bylo náhodně vybráno vždy jedno hnízdo a na něj byla (spolu s vejci) umístěna atrapa, která byla na hnízdě exponována celý den (s předpokladem, že bude během dne detekována, ale nenapadnuta vizuálně se orientujícím predátorem). Tentýž den večer byla atrapa odstraněna a ze snůšek v rámci dvojice byla vždy dvě vejce navzájem vyměněna, aby byl eliminován případný vliv pachových stop zanechaných umělohmotnou atrapou a zároveň vyrovnán manipulační čas strávený na obou hnízdech při této kontrole.

Za dva dny (po cca 48 hodinách), ve večerních hodinách, byla hnízda zkontrolována, aby byl zjištěn osud snůšek.

Kromě vzdálenosti od potenciálních vyhlídek pro predátory byl zaznamenáván i typ porostu, do kterého byla hnízda umístována, a jeho výška.

Přesné rozmístění jednotlivých dvojic hnízd na jednotlivých lokalitách zobrazují mapy v Přílohách 3 – 13.

### **3.4 Zpracování dat**

Data byla zpracována pomocí smíšeného modelu s náhodným efektem (dvojice hnízd, treatment) a binomickou odezvou (predace nebo přežití hnízda), v němž byla testována statistická signifikance vybraných prediktorů. Hnízda v rámci dvojic v blízkém sousedství do 50 m jsou vzájemně silně závislá, a tedy s obdobným rizikem predace (Pärt & Wretenberg 2002). Tuto okolnost je třeba vzít v úvahu (např. prostřednictvím náhodného efektu; Crawley 2007). Prediktory, které byly sledovány, jsou přítomnost/nepřítomnost atrapy na hnízdě, druh plodiny, výška plodiny a vzdálenost od okraje plochy resp. potenciálních vyhlídek pro predátory. Kromě hnízdní dvojice (treatment) byla jako náhodný efekt zohledněna také oblast (protože tento efekt nebyl předmětem experimentu; Crawley 2007). Počet opakování vstupujících do analýzy ( $n = 87$ ) byl dostatečný pro zahrnutí všech uvažovaných prediktorů včetně vybraných interakcí prvního řádu ( $n = 7$ ).

Primárně byla testována nulová hypotéza, že přítomnost rodiče (atrapy) na hnízdě neovlivňuje riziko hnízdní predace. Alternativně lze předpokládat, že v případě vlivu rodičů na vizuální predátory bude vyšší predace na hnízdech s předchozí expozicí atrapy než na hnízdech bez ní.

Data byla zpracována v programu R (verze 2.14.1).



## 4. VÝSLEDKY

Celkem bylo provedeno 96 opakování (dvojic hnízd) na 11 lokalitách. Šest lokalit bylo situováno v jižních Čechách a pět ve východních Čechách. Počty opakování, které proběhly na jednotlivých lokalitách, znázorňuje tabulka č. 3.

Tabulka č. 3: Počty opakování na jednotlivých lokalitách.

	lokalita	počet opakování
Jižní Čechy - Písecko	Žďár	9
	Klokočín	9
	Heřmaň	9
	Ražice	8
	Putim	8
	Hradiště	8
Východní Čechy - Královéhradecko	Hradec Králové-Svinary	9
	Černá za Bory	9
	Dobrá Voda u Hořic	9
	Chvojenec	9
	Drahoš	9

Z 96 provedených pokusů byla na sedmi hnízdech predována snůška ještě před odstraněním atrapy (7,29 %). Tato hnízda byla (kromě jednoho; kvůli nedostatku náhradních vajec) opět osazena křepelčími vejci, doplňkově bylo zjišťováno, zda dojde k opětovné predaci (viz diskuze).

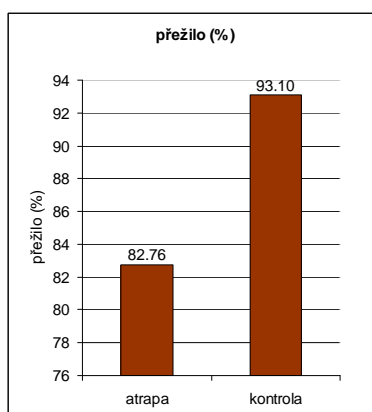
Další dvě dvojice hnízd umístěné v oraništích byly během experimentu zničeny pojezdy traktoru. Těchto devět výše zmíněných hnízd narušujících experimentální design bylo z konečného zpracování dat vyřazeno, statisticky tedy bylo vyhodnoceno 87 pozorování (dvojic).

Tabulka č. 4: Výsledky testovací statistiky (testováno pomocí smíšeného modelu s binomickou odezvou osudu hnízda,  $n = 87$ ).

Faktor	ChiSq	df	P
<b>PLOD:ATRAPA</b>	<b>9.9072</b>	<b>4</b>	<b>0,04206</b>
<b>PLOD</b>	<b>9.8252</b>	<b>4</b>	<b>0,04348</b>
<b>ATRAPA</b>	<b>6.3246</b>	<b>1</b>	<b>0,01098</b>
PERCH:ATRAPA	1.8113	1	0,2709
VÝŠKA	1.4177	1	0,2338
PERCH	0.1287	1	0,7198
VÝŠKA:ATRAPA	0.1085	1	0,4753

## 4.1 Vliv přítomnosti/nepřítomnosti atrapy

Nejvýznamnějším faktorem vysvětlujícím riziko predace byla přítomnost atrapy (17,24 % predace s atrapou versus 6,90 % bez atrapy, viz obrázek č. 3), uplatnil se i vliv druhu plodiny a jejich interakce. Vzdálenost od vyhlídky pro predátora (PERCH) nebyla průkazná. Výsledky statistického zpracování uvádí tabulka č. 4.



Obrázek č. 3: Úspěšnost hnízd s atrapou a bez atrapy (kontrola).

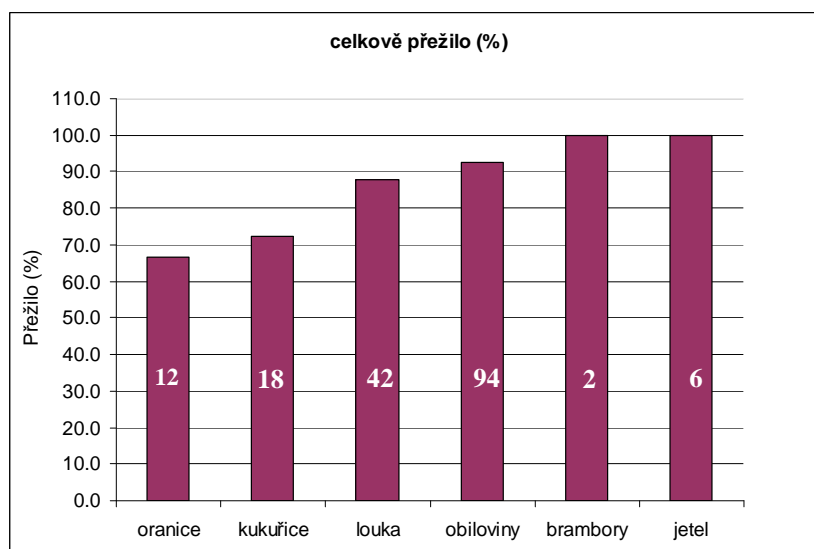
## 4.2 Vliv druhu plodiny

Jednotlivé druhy plodin byly zastoupeny v různém počtu (viz tabulka č. 5). Nejčastěji byla hnízda instalována do obilovin, dále na louku, oranici, do kukuřice, do jeteloviny a jedno hnízdo do brambor.

Tabulka č. 5: Zastoupení jednotlivých druhů plodin na lokalitách.

oblast	lokalita	druh plodiny					
		obiloviny	louka	oranice	kukuřice	jetelovina	brambory
Jižní Čechy - Písecko	Žďár	5	0	1	0	0	0
	Klokočín	7	1	0	0	0	0
	Heřmaň	7	0	0	1	0	0
	Ražice	7	0	0	1	0	0
	Putim	3	2	0	2	0	1
	Hradiště	5	1	0	0	0	0
Východní Čechy - Královéhradecko	Hradec Králové-Svinary	0	3	4	0	0	0
	Černá za Bory	7	0	0	2	0	0
	Dobrá voda u Hořic	4	3	0	1	1	0
	Chvojenec	2	5	0	0	2	0
	Drahoš	0	6	1	2	0	0
	celkem	<b>47</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

K predaci hnízd došlo nejčastěji na oranici (33,3 %). Jako druhá v pořadí byla nejčastěji predována hnízda umístovaná do kukuřice (27,8 %). V loukách bylo predováno 11,9 % hnízd. Nejmenší predace hnízd byla v obilovinách (7,4 %). V jetelovinách ani v bramborách k predaci nedošlo, což může být způsobeno malým počtem těchto lokalit ve vzorku. Celkový přehled predace (resp. úspěšnosti) v jednotlivých druzích plodin znázorňuje obrázek č. 4.



Obrázek č. 4: Úspěšnost všech hnízd na jednotlivých druzích plodin. Čísla na sloupcích udávají počet hnízd (bez ohledu na přítomnost/nepřítomnost atrapy) umístěných do tohoto typu plodiny.

### 4.3 Vliv interakce plodina: atrapa

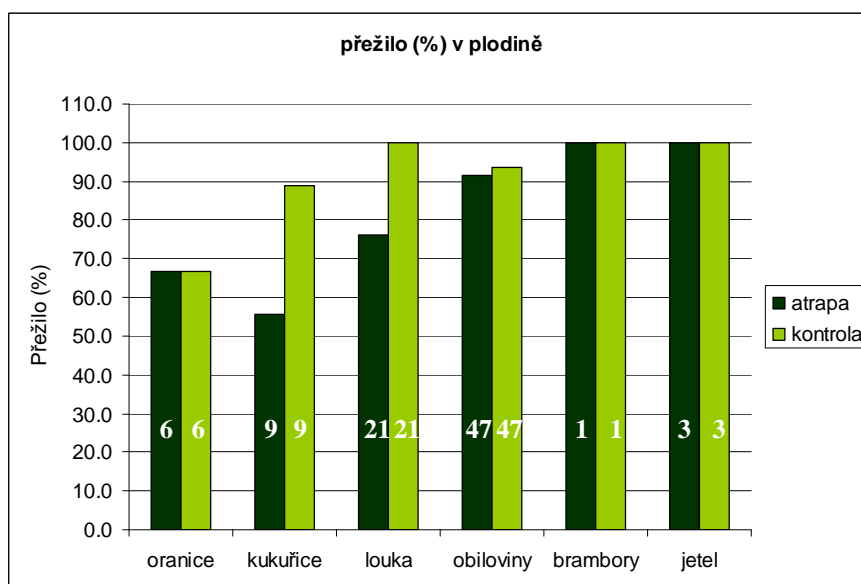
Jedním z faktorů prokazující vliv predace byla interakce plodiny a atrapy (viz tabulka č. 4). Následně byl proveden test proporcí v programu STATISTICA 10.

Pro dostatečně velký vzorek testování byly lokality sloučeny do třech skupin:

skupina 1: louka a kukuřice ( $n = 30$ ), která vyšla průkazně ( $P = 0,0028 < 0,025$ ),

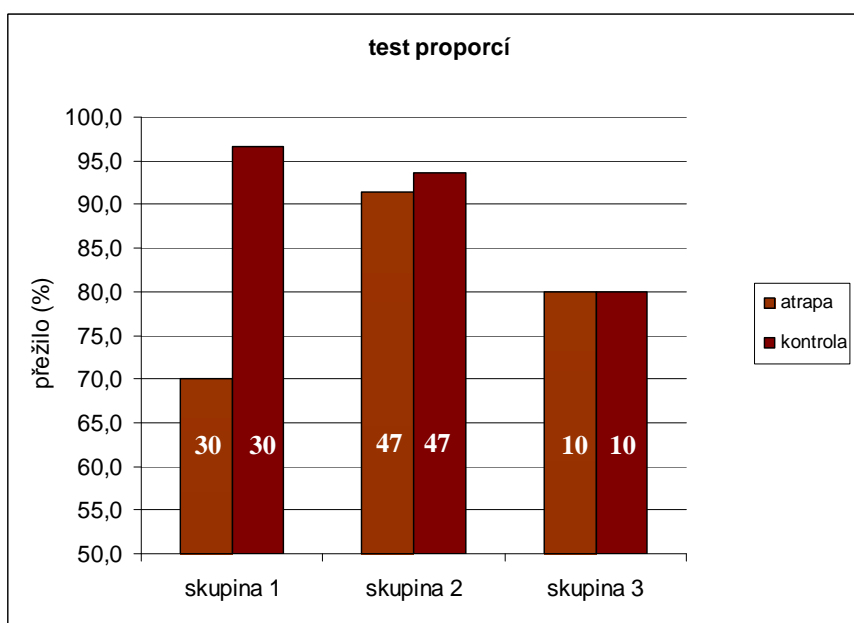
skupina 2: obiloviny ( $n = 47$ ), které vyšly neprůkazně ( $P = 0,3491 > 0,05$ ),

skupina 3: oranice, brambory a jetel ( $n = 10$ ), která průkazná také nebyla ( $P = 0,5 > 0,05$ ).



Obrázek č. 5: Úspěšnost hnízd s atrapou a bez atrapy na jednotlivých druzích plodin. Čísla na sloupcích udávají počet hnízd umístěných do tohoto typu plodiny.

Rozdělení do skupin vychází z obrázku č. 5. Grafické znázornění testovaných skupin ukazuje obrázek č. 6.



Obrázek č. 6: Skupiny pro test proporcí. Skupina 1: louka a kukuřice, skupina 2: obiloviny, skupina 3: oranice, brambory a jetel. Čísla na sloupcích udávají počet hnízd ve skupině.

## 5. DISKUZE

### 5.1 Opětovná predace

Na sedmi hnízdech byla snůška predována ještě před odstraněním atrapy (7,29 %). Tato hnízda byla (kromě jednoho; kvůli nedostatku náhradních vajec) opět osazena křepelčími vejci a bylo doplňkově zjišťováno, zda dojde k opětovné predaci.

Weidinger & Kočvara (2010) uvádějí, že všechny druhy predátorů se k jednou predovaným hnízdům vrátili do 15 dnů. V našem případě (viz tabulka č. 6) se predátoři vrátili k pěti ze šesti dříve predovaným hnízdům už do třetího dne, u čtyřech z těchto pěti opětovně predovaných hnízd došlo i k predaci druhého hnízda ve dvojici. Tento trend potvrzuje dosavadní poznatky o návratové taktice predátorů (Weidinger & Kočvara 2010) a ukazuje také na tendenci predátorů prohledávat nejbližší okolí jednoho nalezeného hnízda (Pärt T. & Wretenberg J., 2002).

Tabulka č. 6: Opakovaná predace.

číslo	ID	hn/B L/P	plodina	výška plod.	Vzdálenost od vyhl.	predováno před sběrem atrap	predováno po sběru atrap
5	9	hn	oranice	0 cm	0-20 m	ANO	?
	10	B				NE	?
7	13	B	obilí	10 cm	40-60 m	NE	ANO
	14	hn				ANO	ANO
8	15	hn	louka	5-10 cm	60-80 m	ANO	ANO
	16	B				NE	ANO
63	125	hn	obilí	10-15 cm	60-80 m	ANO	NE
	126	B				NE	NE
70	139	hn	obilí	15-20 cm	40-60 m	ANO	ANO
	140	B				NE	ANO
90	179	hn	louka	10-15 cm	60-80 m	ANO	ANO
	180	B				NE	NE
96	191	B	obilí	5-10 cm	80-100 m	ANO	ANO
	192	hn				NE	ANO

### 5.2 Vliv přítomnosti/nepřítomnosti atrapy

Mé výsledky ukazují, že predátoři častěji vyplenili hnízda s expozicí atrapy, což potvrzuje, že čejka inkubující snůšku může vizuálně se orientující predátory upozorňovat na pozici hnízda. Tento výsledek také podporuje hypotézu, že si

predátoři dokáží zapamatovat pozici hnízda a predovat jej po odletu rodiče, aby se s ním nemuseli střetnout.

Podobným experimentem potvrdili paměťový efekt predátorů i Sonerud & Fjeld (1987), kteří individuálně značili samce krkavcovitých ptáků, kteří predovali hnízda na zemi hnízdících ptáků. Autoři použili deset párů umělých hnízd, kdy jedno umístili na stejnou pozici, jakou mělo loni predované hnízdo jedním z označených krkavců, a druhé hnízdo 30-40 m od prvního, aby zajistili stejný charakter lokality. Predátoři se častěji vraceli k již jednou predovaným hnízdům, než aby nacházeli párová hnízda se stejnými stanovištními podmínkami. To rovněž dokazuje, že si krkavcovití predátoři dokáží zapamatovat pozici hnízda a později se k němu opakovaně vracet (viz také Salathé 1987).

### **5.3 Vliv plodiny**

Nejčastěji docházelo k predaci hnízd na oranici. Jednalo se o biotopy bez porostu či s minimální vegetací (do dvou centimetrů), na kterých byly atrapy nejsnáze zahlédnutelné.

Podle některých autorů (např. Shrubbs 1990, Sheldon et al. 2007) dochází na oranici nejčastěji ke ztrátám hnízd kvůli zemědělství. V mém experimentu byla jediná zničená hnízda (dvě dvojice) umístěna právě na oranici, i když tento počet je zanedbatelný oproti počtu hnízd zničených na reálných hnízdištích (viz např. Galbraith 1988). I přes to, že velká část hnízdících ptáků na těchto lokalitách přijde o svá hnízda v začátku hnízdění kvůli zemědělství, celkově je na oranici reprodukční úspěch poměrně veliký, na některých místech i větší než na ostatních lokalitách (Chamberlain a Crick 2003), což bývá přisuzováno náhradním snůškám. Berg et al. (1992a) uvádí, že pouze 13 % čejčích samic uspělo hned při prvním pokusu o zahnízdění. Následně odhadovali, že až 66 % samic, které na poprvé neuspěly, zakládaly náhradní snůšky.

V práci Berga et al. (2002) si čejky nejčastěji vybíraly na hnízdění právě ornou půdu, i když zde nedosahovaly takové hnízdní úspěšnosti jako na jiných lokalitách (orná půda 19 %, neupravované louky (bez sečení či pastvy) až 90 %). Opět byla hnízda

ničena zemědělskými aktivitami a za danou úspěšnost mohly spíše náhradní snůšky. Autoři se domnívají, že úspěšnost hnízdění v předchozích letech na jednotlivých lokalitách nemá vliv na následující výběr lokality a že čejky preferují hnízdění na oranici ze třech možných důvodů: 1) orná půda obsahuje velké množství kvalitní potravy jak pro dospělé, tak následně i pro mláďata, 2) hnědá barva nabízí lepší maskování pro čejky a 3) jedná se o přehledný biotop, který nedovolí predátorovi nepozorovaně se přiblížit ke hnízdu.

Výsledky mého experimentu ukazují, že atrapy jsou nejvíce vidět na těchto holých plochách. Čejky však mohou míru predace snižovat právě včasným zahlednutím predátora a reakcí na něj (ať už jde o útěk z hnízda a spoléhání se na krypsí vajec či přímými ataky na predátora). Můj výsledek ale vyvrací domněnku, že čejky jsou na těchto lokalitách vidět méně. Je možné, že barevně s oranicí splynou, ale díky své velikosti mohou být predátorem objeveny.

Podobně jako některá pole s oranicí vypadala v daném období i kukuřice. Jde o širokořádkovou plodinu, která v době experimentu dosahovala jen malých výšek (na všech lokalitách do dvou centimetrů), zatímco okolní pole byla více zarostlá (např. husté obilí vyseté dříve). Je proto možné, že predátoři spíše vyhledávali hnízda v méně zarostlé kukuřici a také, že zde atrapa byla více vidět, obdobně jako na oranici.

Čejky často hnízdí na loukách a pastvinách, které jim poskytují heterogenní biotop s relativně krátkou vegetací (Wilson et al. 2004), i když většinou s menším množstvím potravy než nabízejí jiné lokality (Berg et al. 2002).

Louky ale bývají korvidy upřednostňovány při shánění potravy (Henderson et al. 2000), a proto je zde vysoká míra predace (Shrubbs 1990, Sheldon et al. 2007).

U většiny luk převládalo světle zelené zbarvení porostu, což mohlo být v kontrastu s tmavou barvou vrchní části těla atrapy, takže výsledkem byl prokázaný rozdíl v predaci hnízd s atrapou a bez ní. Přežití 100 % hnízd bez expozice atrapy ukazuje, že kryptické zbarvení hnízd (a tedy strategie včasného opuštění hnízda a spoléhání se na ni) může být na loukách efektivní.

Pole s obilovinou nabízela nejhustší vegetaci, ale s viditelným holým povrchem, nikoliv se souvisle zeleným jako u luk. Proto zde atrapy nebyly tak kontrastní a nemusely být tak snadno zahlédnutelné.

#### **5.4 Vliv vzdálenosti od vyhlídek pro predátory**

Vliv vzdálenosti od vyhlídek pro predátory nebyl prokázán. Hnízda byla umístována do maximální vzdálenosti kolem 100 m od vyhlídek. Jak ale uvádí Štorek (2011), pro české podmínky (přesněji pro hnízdiště v jižních Čechách) platí, že vliv vzdálenosti od vyhlídek je prokazatelný právě až od vzdálenosti 100 m a více (viz kapitola 1.1.4). Mé výsledky tedy nejsou v rozporu se Štorkovou prací (2011), protože zahrnují jen oblast s větším predáčním tlakem.

Při dalším výzkumu by bylo vhodné zaměřit se na to, zda je zjištěný efekt atrapy ovlivněn vzdáleností nad 100 m od vyhlídek pro ptačí predátory.

#### **5.5 Využití výsledků experimentu k ochraně hnízd**

Prokázala jsem, že predátoři si mohou v paměti uchovat pozici atrapy a následně predovat hnízdo po jejím odstranění. Při aplikaci výsledků na reálná hnízda čejek je zřejmé, že míru predace může negativně ovlivňovat blízkost vyvýšených vyhlídek pro predátory na hnízdištích (do 100 m). Pro efektivní ochranu hnízd na zemi hnízdících ptáků (nejen čejek) před vizuálně se orientujícími predátory by bylo proto vhodné na vybraných (klíčových) hnízdištích odstraňovat tyto vyhlídky. V případech, kdy tak nelze učinit (např. sloupy elektrického vedení), by mohlo být efektivní jinak upravit velikost či tvar hnízdiště, aby čejky mohly zahnízdit ve větší vzdálenosti od těchto vyhlídek (např. zamezením zarůstání okrajů apod.) a snížit tak šance predátorů aktivně vyhledávat sedící čejky. Odstraňováním vyhlídek pro predátory a zarostlých okrajů lze relativně snadno dosáhnout dostatečně rozlehlých a pro predátory hůře dostupných hnízdišť bahňáků. Hnízdiště by také neměla být přerušována např. polními cestami, kde dochází k častému plašení čejek z hnízd lidmi, a tím ke zvyšování míry predace na nechráněných hnízdech.



Pokud čejky nemají možnost zahnízdit na lokalitě o velké rozloze, jsou nuceny hnízdit na malých plochách ve velkých hustotách, což může také zvyšovat míru predace (MacDonald & Bolton 2008b).

Většího hnízdního úspěchu čejek, ale také jiných na zemi hnízdících ptáků, lze dosáhnout převahou heterogennějších porostů, kde si ptáci hnízdící v párech i v koloniích mohou hnízdo lépe skrýt před predátory.

## 6. ZÁVĚR

1. Prokázala jsem, že predátoři mohou uchovat v paměti pozici atrapy a následně predovat hnízdo po jejím odstranění.
2. Nabízí se analogie pro reálná hnízda čejek, která poukazuje na negativní vliv blízkosti vyvýšených vyhlídek pro predátory na hnízdištích čejek (do 100 m od hnízd), na rizika plašení čejek lidmi (pokud musí být často mimo snůšku) a na rizika vyplývající z přehledných biotopů, kde inkubující rodič nemá dostatečný kryt. Tyto výsledky mohou nalézt uplatnění v ochraně hnízdících čejek chocholatých.
3. Intenzivní inkubace čejek s jen krátkými přestávkami může být jednou z antipredačních adaptací čejek proti ptačím predátorům.

## 7. PŘEHLED LITERATURY

- Baines D.**, 1990: The roles of predation, food and agricultural practice in determining the breeding success of the lapwing (*Vanellus vanellus*) on upland grasslands. – *Journal of Animal Ecology* 59: 915–929.
- Bejček V. & Šťastný K.**, 1999: *Encyklopedie ptáků* – Rebo productions, Čestlice, Česká Republika. 288 s.
- Berg Å.**, 1996: Predation on artificial, solitary and aggregated wader nests on farmland. – *Oecologia* 107: 343–346.
- Berg Å., Jonsson M., Lindberg T. & Källebrink K.G.**, 2002: Population dynamics and reproduction of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in a meadow restoration area in central Sweden. – *Ibis* 144: 131–140.
- Berg Å., Lindberg T. & Kallebrink K.G.**, 1992a: Hatching success of lapwings on farmland: differences between habitats and colonies of different sizes. – *Journal of Animal Ecology* 61: 469–476.
- Berg Å., Nilsson S.G. & Boström U.**, 1992b: Predation on artificial wader nests on large and small bogs along a south-north gradient. – *Ornis Scandinavica* 23: 13–16.
- Bayne E.M. & Hobson K.A.**, 1997: Comparing the Effects of Landscape Fragmentation by Forestry and Agriculture on Predation of Artificial Nests. – *Conservation Biology* 11 (6): 1418–1429.
- Bolton M., Tyler G., Smith K. & Bamford R.**, 2007: The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. – *Journal of Applied Ecology* 44: 534–544.

- Casas F., Mougeot F., Viñuela J. & Bretagnolle V.**, 2009: Effects of hunting on the behaviour and spatial distribution of farmland birds: importance of hunting-free refuges in agricultural areas. – *Animal Conservation* 12: 346–354.
- Crawley M. J.**, 2007: *The R book*. Wiley & Sons, Chichester. 950 s.
- Eggers S., Griesser M. & Ekman, J.**, 2008: Predator-induced reductions in nest visitation rates are modified by forest cover and food availability. – *Behavioral Ecology* 5 (19): 1056–1062.
- Eglington S.M., Gill J.A., Smart M.A., Sutherland W.J., Watkinson A.R. & Bolton M.**, 2009: Habitat management and patterns of predation of Northern Lapwings on wet grasslands: The influence of linear habitat structures at different spatial scales. – *Biological Conservation* 142: 314–324.
- Elliot R.D.**, 1985: The exclusion of avian predators from aggregations of nesting lapwings (*Vanellus vanellus*). – *Animal Behaviour* 33: 308–314.
- Eriksson M.O.G. & Gotmark F.**, 1982: Habitat selection: do passerines nest in association with lapwings *Vanellus vanellus* as defence against predators? – *Ornis Scandinavica* 13: 189–192.
- Evans K.L.**, 2004: The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. – *Ibis* 146: 1–13.
- Fletcher K., Aebischer N.J., Baines D., Foster R. & Hoodless A.N.**, 2010: Changes in breeding success and abundance of ground-nesting moorland birds in relation to the experimental deployment of legal predator control. – *Journal of Applied Ecology* 47: 263–272.
- Fuller R.J., Ward E., Hird D. & Brown A.F.**, 2002: Declines of ground-nesting birds in two areas of upland farmland in the south Pennines of England. – *Bird Study* 49: 146–152.

- Galbraith H.**, 1988: Effects of agriculture on the breeding ecology of lapwings *Vanellus vanellus*. – *Journal of Applied Ecology* 25: 487–503.
- Goransson G., Karlsson J., Nilsson S.G. & Ulfstrand S.**, 1975: Predation on birds nests in relation to antipredator aggression and nest density: an experimental study. – *Oikos* 26: 117–120.
- Graham I.M.**, 2002: Estimating weasel *Mustela nivalis* abundance from tunnel tracking indices at fluctuating field vole *Microtus agrestis* density. – *Wildlife Biology* 8: 279–287.
- Green R.E., Hirons G.J.M. & Kirby J.S.**, 1990: The effectiveness of nest defense by Black-tailed Godwits *Limosa limosa*. – *Ardea* 78: 405–413.
- Hart J.D., Milsom T.P., Baxter A., Kelly P.F. & Parkin W.K.**, 2002: The impact of livestock on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding densities and performance on coastal grazing marsh. – *Bird Study* 49: 67–78.
- Henderson I.G., Vickery J.A. & Fuller R.J.**, 2000: Summer bird abundance and distribution on set-aside fields on intensive farms in England. – *Ecography* 24: 212–223.
- Hudec K. & Št'astný K. (eds)**, 2005: *Fauna ČR. Ptáci 2/I*. Academia, Praha. 1203 s.
- Chalfoun A.D., Thompson III F.R. & Ratnaswamy M.J.**, 2002: Nest Predators and Fragmentation: a Review and Meta-Analysis. – *Conservation Biology* 16 (2): 306–318.
- Chamberlain D.E. & Crick H.P.**, 2003: Temporal and spatial associations in aspects of reproductive performance of lapwings *Vanellus vanellus* in the United Kingdom, 1962–99. – *Ardea* 91: 183–96.
- Jenkins D. & Watson A.**, 2001: Bird numbers in relation to grazing on a grouse moor from 1957–61 to 1988–98. – *Bird Study* 48: 18–22.

- Kleijn D., Berendse F., Smit R. & Gilissen N.**, 2001: Agrienvironment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. – *Nature* 413: 723–725.
- Kragten S., Nagel J.C. & De Snoo G.R.**, 2008: The effectiveness of volunteer nest protection on the nest success of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* on Dutch arable farms. – *Ibis* 150: 667–673.
- MacDonald M.A. & Bolton M.R.**, 2006: Chapter 2: Review of the impact of predators on wader nests. In: **Stillman R.A., MacDonald M.A., Bolton M.R., dit Durell S.E.A.leV., Caldow R.W.G. & West A.D.**, 2006: *Management of wet grassland habitat to reduce the impact of predation on breeding waders: Phase 1, Final Report*. – CEH Dorset, Dorchester, United Kingdom. 107s.
- MacDonald M.A. & Bolton M.**, 2008a: Predation on wader nests in Europe. – *Ibis* 150 (1): 54–73.
- MacDonald M.A. & Bolton M.**, 2008b: Predation of Lapwing *Vanellus vanellus* nests on lowland wet grassland in England and Wales: effects of nest density, habitat and predator abundance. – *Journal of Ornithology* 149: 555–563.
- Martin T.E.**, 1993a: Nest Predation and Nest Sites. – *BioScience* 43 (8): 523–532.
- Martin T.E.**, 1993b: Nest Predation Among Vegetation Layers and Habitat Types: Revising the Dogmas. – *The American Naturalist* 141 (6): 897–913.
- Martin T.E., Martin P.R., Olson C.R., Heidinger B.J. & Fontaine J.J.**, 2000a: Parental Care and Clutch Sizes in North and South American Birds. – *Science* 287: 1482–1485.
- Martin T.E., Scott J. & Menge CH.**, 2000b: Nest predation increases with parental activity: separating nest site and parental activity effects. – *Proceedings of the Royal Society B* 267: 2287–2293.

- Muchai M. & du Plessis M.A.**, 2005: Nest predation of grassland bird species increases with parental activity at the nest. – *Journal of Avian Biology* 36: 110–116.
- Musters C.J.M., Kruk M., De Graaf H.J. & Ter Keurs W.J.**, 2001: Breeding Birds as a Farm Product. – *Conservation Biology* 15 (2): 363–369.
- Newton I.**, 2004: The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. – *Ibis* 146: 579–600.
- Pärt T. & Wretenberg J.**, 2002: Do artificial nests reveal relative nest predation risk for real nests? – *Journal of Avian Biology* 33: 39–46.
- Picozzi N.**, 1975: Crow predation on marked nests. – *Journal of Wildlife Management* 39: 151–155.
- Primack R.B.**, 1995: *A primer of conservation biology*. – Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 277 s.
- Ricklefs R.E.**, 1969: An analysis of nesting mortality in birds. – *Smithsonian Contributions to Zoology* 9: 1–48.
- Roper J.J. & Goldstein R.R.**, 1997: A test of the Skutch hypothesis: Does activity at nest increase nest predation risk? – *Journal of Avian Biology* 28 (2): 111–116.
- Salathé T.**, 1987: Crow predation on Coot eggs: effects of investigator disturbance, nest cover and predator learning. – *Ardea* 75: 221–229.
- Seymour A., Harris S., Ralston C. & White P.C.L.**, 2003: Factors influencing the nesting success of Lapwings *Vanellus vanellus* and behaviour of Red Fox *Vulpes vulpes* in Lapwing nesting sites. – *Bird Study* 50: 39–46.
- Sheldon R., Chaney K. & Tyler G.A.**, 2007: Factors affecting nest survival of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in arable farmland: an agri-environment scheme prescription can enhance nest survival. – *Bird Study* 54: 168–175.

- Shrubb M.**, 1990: Effects of agricultural change on nesting Lapwings *Vanellus vanellus* in England and Wales. – *Bird Study* 37: 115–127.
- Skutch A.F.**, 1949: Do tropical birds rear as many young as they can nourish? – *Ibis* 91: 430–455.
- Sonerud G.A. & Fjeld P.E.**, 1987: Long-term memory in egg predators: an experiment with a Hooded Crow. – *Ornis Scandinavica* 18: 323–325.
- Stephens S.E., Koons D.N., Rotella J.J. & Willey D.W.**, 2003: Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. – *Biological Conservation* 115: 101–110.
- Šálek M.**, 1994: Hnízdění čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v jihočeských pánvích: hustota populace a výběr prostředí. – *Sylvia* 30: 46–58.
- Šálek M. & Cepáková E.**, 2006: Do northern lapwings *Vanellus vanellus* and little ringed plovers *Charadrius dubius* rely on egg crypsis during incubation? – *Folia Zoologica* 55 (1): 43–51.
- Šálek M. & Šmilauer P.**, 2002: Predation on northern lapwing *Vanellus vanellus* nests: the effect of population density and spatial distribution of nests. – *Ardea* 90 (1): 51–60.
- Štorek V.**, 2011: Rizika hnízdní predace čejky chocholaté: vliv krypte hnízd a koloniality – Diplomová práce. Nепublikováno, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Teunissen W., Schekkerman H., Willems F. & Majoor F.**, 2008: Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. – *Ibis* 150 (1): 74–85.



- Wallander J., Isaksson D. & Lenberg T.**, 2006: Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. – *Biological Conservation* 132: 343–350.
- Weidinger K. & Kočvara R.**, 2010: Repeatability of nest predation in passerines depends on predator species and time scale. – *Oikos* 119: 138–146.
- Whittingham M.J. & Evans K.L.**, 2004: The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. – *Ibis* 146 (2): 210–220.
- Wilson A.M., Ausden M. & Milsom T.P.**, 2004: Changes in breeding wader populations on lowland wet grasslands in England and Wales: causes and potential solutions. – *Ibis* 146 (2): 32–40.
- Wilson J.D., Whittingham M.J. & Bradbury R.B.**, 2005: The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? – *Ibis* 147: 453–463.