

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních**  
**zdrojů**  
**Katedra zoologie a rybářství**



**Hnízdní ekologie kulíka říčního (*Charadrius dubius*)  
v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Eva Vozabulová**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hnízdní ekologie kulíka říčního (*Charadrius dubius*)" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2015

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala zejména svému školiteli Mirkovi E. Šálkovi za užitečné rady, nápady a inspiraci při tvoření této studie a doc. Ing. Ivaně Jankovské PhD. za její vstřícnost a trpělivost. Mé díky patří také Martinu Bullovi a Hance Vitnerové za všechny dovednosti, které jsem se od nich naučila a zejména skvělou spoluprací, dobrou náladu a zábavu během terénního výzkumu. Martinovi Sládečkovi za pomoc při terénních odchycích. Vojtovi Kubelkovi za poskytnutí dat a efektivní spoluprací. Díky všem úžasným lidem, za vytvoření výborné atmosféry během terénního výzkumu a v neposlední řadě všem přátelům a kamarádům zejména za jejich podporu, ochotu a připomínky během vytváření této diplomové práce.

# Hnízdní ekologie kulíka říčního (*Charadrius dubius*) v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině

## Souhrn

V poslední době byl zaznamenán nový trend u kulíka říčního (*Charadrius dubius*) ve využívání polního habitatu jako hnízdního prostředí. Tato studie se zabývá sledováním hnízdní ekologie kulíka říčního v polní krajině polích v Českobudějovické rybniční pánvi. Byl vyhodnocen vliv načasování hnízdění a kondice na reprodukční úsilí samic a vliv tělesných parametrů na párování kulíků. Dále byly vyhodnocovány inkubační rytmy (čas strávený na hnízdě, frekvence střídání partnerů). Velký důraz byl kladen na hodnocení hnízdní úspěšnosti a faktory ovlivňující predaci (maskování, načasování hnízdění, frekvence střídání partnerů při inkubaci a čas strávený inkubací na hnízdě). Na všech hnízdištích kulíků byla zjištěna hnízdění čejky chocholaté (*Vannellus vanellus*). To vedlo k hypotéze o využívání čejky jako ochranného antipredačního deštníku. Pro ověření této hypotézy byla měřena vzdálenost mezi hnízdem kulíka a nejbližším hnízdem čejky. Tato vzdálenost byla hodnocena jako prediktor predace. K monitoringu inkubace byly použity přístroje RFID (Radio Frequency Identification) umístěné na hnízdě.

Vliv načasování hnízdění na reprodukční úsilí samic nebyl statisticky prokázán. V rámci inkubačních rytmů oba partneři strávili inkubací přibližně stejnou dobu, také byl prokázán rozdíl mezi hnízdy ve frekvenci střídání partnerů během inkubace. Při hodnocení párování partnerů byla zjištěna silná korelace mezi váhou samice a samce, naznačující asortativní typ párování. Z 28 hnízd bylo 11 zničeno predátory, 10 úspěšně vylíhnuto a 7 opuštěno. Blízkost čejčího hnízda ani další z hodnocené faktory neměly prokazatelný vliv na riziko predace. V porovnání s historickými daty pro ČR vyniká studovaná polní populace kulíků časným hnízděním, které může následně přispívat k poměrně nízké míře hnízdní predace.

**Klíčová slova:** *Charadrius dubius*, bahnáci, hnízdní ekologie, zemědělská krajina, predace, inkubace

## **Breeding ecology of the Little ringed Plover (*Charadrius dubius*) in an intensively managed landscape**

### **Summary**

Recently a new trend was recorded in the Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*) in using of managed fields in farmland as nesting habitat. This study is focused on breeding ecology of the Little Ringed Plover on the fields of České Budějovice fishpond basin, Southern Bohemia. The research evaluated incubation rhythms (time spent on the nest, frequency of changing of the parents on the nest), effect of breeding timing and the effect of the body condition on the female's reproductive effort and influence of physical parameters on pairing. Great emphasis was put on the evaluation of breeding success and factors affecting nestpredation (masking, timing of nesting, the frequency of changing the partner on the nest during the incubation and time spent by incubating parents on the nest). In the study area we found nesting Northern lapwings (*Vanellus vanellus*) in all locations with the nest occurrence of the Little Ringed Plover. This led to the hypothesis that the lapwings are used by plovers as a protective anti-predation umbrella. To test this hypothesis, the distance between the nests of plover's and lapwing's was measured and this distance was states as one predictor of nest predation risk. For the monitoring of incubation we used the RFID devices installed in the nests.

The effect of breeding timing on the female's reproductive effort was not statistically significant. Within the incubation rhythms both partners spent approximately the same time on incubating and the difference between nests within the frequency of changing of parents during the incubation was proven. In the evaluation of partner's pairing was found a strong correlation between the weight of females and males, which suggest the assortative type of pairing. Within the breeding success 11 nests were destroyed because of predation and 10 were successfully hatched. Regarding the causes of nest loss, the proximity of lapwings nests or other factors did not have significant effect on the risk of predation. In comparison with historical data for the Czech Republic, the studied farmland population of the LRP is characterized by early nesting which subsequently may contribute to a relatively low rate of nest predation.

**Keywords:** *Charadrius dubius*, waders, breeding ecology, agricultural landscape, predation, incubation

## Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Taxonomie.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. Hnízdění .....</b>	<b>3</b>
3.2.1. Tok, páření a výběr partnera .....	3
3.2.2. Načasování hnízdění .....	4
3.2.3. Velikost snůšky .....	4
3.2.4. Rodičovská péče .....	5
3.2.5. Mezipohlavní konflikt.....	5
3.2.6. Opouštění partnera .....	6
3.2.7. Strategie opakovaného hnízdění .....	7
3.2.8. Inkubační rytmy .....	8
<b>3.3. Hnízdní habitat.....</b>	<b>10</b>
3.3.1. Přirozené a umělé habitaty.....	10
3.3.2. Volba hnízdního habitatu a mikrohabitatu .....	11
3.3.3. Hnízdní důlek.....	12
3.3.4. Disturbance .....	12
<b>3.4. Predace .....</b>	<b>13</b>
3.4.2. Predační tlak .....	14
3.4.3. Disperze a lokalizace hnízd .....	15
3.4.4. Antipredační chování.....	17
<b>4. METODIKA .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1. Terénní sběr dat .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2. Zpracování terénních dat .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Statistické analýzy .....</b>	<b>26</b>
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>28</b>
<b>6. DISKUZE .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1. Načasování hnízdění.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2. Reprodukční úsilí .....</b>	<b>33</b>
<b>6.3. Párování .....</b>	<b>34</b>
<b>6.4. Inkubační rytmy .....</b>	<b>34</b>
<b>6.5. Neobvyklý habitat .....</b>	<b>35</b>
<b>6.6. Predikce predace a interakce mezi čejkou a kulíkem.....</b>	<b>36</b>
<b>6.7. Opouštění hnízda a opakované hnízdění.....</b>	<b>39</b>
<b>7. ZÁVĚR .....</b>	<b>40</b>

<b>8. SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>41</b>
<b>9. Příloha .....</b>	<b>48</b>
<b>9.1. Kompletní záznam RFID .....</b>	<b>48</b>
<b>9.2. Rozmístění hnízd kulíka říčního v polních lokalitách.....</b>	<b>49</b>
<b>9.3. Rozmístění hnízd kulíka říčního a čejky chocholaté.....</b>	<b>52</b>
<b>9.3. Hodnocení míry kypse.....</b>	<b>57</b>
<b>9.4. Terénní práce .....</b>	<b>59</b>

# 1. ÚVOD

Kulík říční (*Charadrius dubius*) obsazuje krom přírodního habitatu (říční břehy a náplavy) i široké spektrum antropogenně vytvořených lokalit (dna vypuštěných rybníků, skládky, šterkovny, atd.) (Cepakova et al., 2007; Cramp et Simons, 1983; Hudec a kol., 2005). Mezi tyto neobvyklé habitaty v poslední době přibyla v ČR i pole poblíž rybníků (Cepakova et al., 2007). Výběr polního habitatu se tak stává novým a zajímavým trendem, který může poskytnout nové poznatky z hlediska habitatních nároků kulíků a příležitosti k jejich ochraně. Proto je nutné hnízdní ekologii druhu v tomto novém prostředí zmapovat. Díky tomuto výzkumu můžeme navíc přispět k poznatkům o hnízdní biologii kulíků, vzhledem k tomu, že kulík říční není tak často studovaným druhem, jako jeho příbuzní (kulík mořský, kulík písečný, atd.) (Jackson et al., 1994; Kosztolanyi et al., 2009; Stenzel et al., 2011; Székely et al., 1994; Székely et Lessels, 1993; Wallander et Andersson, 2003). Výhody a nevýhody výběru polního habitatu je nezbytné hodnotit zejména z hlediska úspěšnosti hnízdění (Cepakova et al., 2007). Hnízdní úspěšnost na zemi hnízdících ptáků pak bývá z velké části určována hnízdními ztrátami v důsledku predace (Cramp et Simons, 1983; Hudec a kol., 2005). Míra predací rizika tak dává možnost k hodnocení faktorů souvisejících s novým typem habitatu, jako je například krypte hnízda nebo načasování hnízdění.

Navíc byl ve studované oblasti zaznamenán výskyt čejky chocholaté (*Vanellus vanellus* Linnaeus 1758) sdílející hnízdní lokality s kulíkem. Tento fakt nabízí lákavou představu mezidruhové interakce mezi těmito druhy bahňáků, zejména z hlediska antipredačních strategií.



## 2. CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zmapovat prostorový výskyt, popsat hnízdní parametry (načasování hnízdění, inkubační úsilí, hnízdní úspěšnost, příčiny ztrát), tělesné a věkové parametry a inkubační rytmy a analyzovat případné faktory ovlivňující výběr partnera (přítomnost asortativního párování) a hnízdní úspěšnost kulíka říčního v Českobudějovické rybníční pánvi.

Byly testovány zejména následující hypotézy:

Hypotéza 1 : Kondice a načasování hnízdění v polním habitatu ovlivňuje reprodukční úsilí samice

Hypotéza 2 : Hnízdní predaci ovlivňuje špatná kryse hnízda a aktivita rodičů u hnízd v polním habitatu

Hypotéza 3 : Kulík říční využívá blízkosti čejky chocholaté jako svého antipredačního ochranného deštníku

## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1. Taxonomie

Říše: živočichové (Animalia)

Kmen: strunatci (Chordata)

Třída: ptáci (Aves)

Řád: dlouhokřídli (Charadriiformes)

Čeleď: kulíkovití (Charadriidae)

Druh: kulík říční (*Charadrius dubius* Scopoli, 1786)

Taxonomické zařazení druhu podle Hudec a kol. (2005).

### 3.2. Hnízdění

#### 3.2.1. Tok, páření a výběr partnera

Kulík říční se začíná pářit brzy po příletu ze zimoviště (Afrika – po rovníkové pásmo). Tok probíhá v letu i na zemi. Svatební let je provázen silným hlasovým projevem, občasným pleskáním křídel. Na zemi samec nadbíhá samičce, čepýří se, má vzpřímený postoj a vypíná hrud', postupným naváděním se jí snaží přesvědčit, aby ho následovala. Poté, co samici dovede k hnízdnímu důlku, vějířovitě roztahuje ocasní pera nad důlkem. Při páření samec naskakuje samici na záda (Hudec a kol., 2005).

U kulíků říčních bylo zaznamenáno asortativní párování, kdy velikost samců a samic korespondovala s vytvořením hnízdního párů, tudíž velké samice a velcí samci tvořili pár (Hedenstrom, 1987). Co do sekundárního pohlavního dimorfismu byl zjištěn signifikantní mezipohlavní rozdíl v míře melanického zbarvení kulíka říčního. Ačkoli byla potvrzena podobnost ve velikosti těla partnerů, v míře melanického zbarvení tento trend potvrzen nebyl (Cepakova et al., 2005). Není známo, zda podobný trend v asortativnosti párování lze zaznamenat i v nově obývaném prostředí, jakým je polní krajina.

### 3.2.2. Načasování hnízdění

Kulík říční začíná hnízdit v ČR zhruba od poloviny dubna do konce června a vrchol sezony je kolem poloviny května (Hudec a kol., 2005).

Vliv načasování hnízdění se může projevit například na úspěšnosti hnízdění nebo objemu vajec ve snůšce. Co se týče úspěšnosti, většinou byly časnější snůšky úspěšnější než ty pozdější. Nicméně u bahňáků se tento trend jeví velmi nejasným. Některé studie vykazují vyšší úspěšnost raných snůšek, jiné nezaznamenaly žádný rozdíl (Wallander et Andersson, 2003). Co do objemu vajec, u kulíka pastvinného (*Charadrius montanus* Townsend, 1837) byl zjištěn různý objem vajec s ohledem na průběh sezony. Tento trend může být výsledkem rozmnožovací strategie kulíka pastvinného, která je pro samice velmi vyčerpávající z hlediska vysokého množství nakladených snůšek za sezonu viz kap. Double-clutching (Skrade et Dinsmore, 2013). Trend snižování velikosti vajec byl zaznamenán u a čejky chocholaté (Šálek, 1995). Oproti tomu ve výzkumu příbuzného z rodu kulíků, kulíka písečného (*Charadrius hiaticula* Linnaeus, 1758) bylo zaznamenáno zvýšení objemu vajec v průběhu sezony přibližně o 5 % (Wallander et Andersson, 2003).

Inkubační doba kulíka říčního se pohybuje kolem 24 dnů (22 – 26 dnů) (Hudec a kol., 2005). Délku inkubace mohou ovlivňovat různé faktory. U kulíka mořského (*Charadrius alexandrinus* Linnaeus, 1758), byl objeven rozdíl v inkubační době v závislosti na velikosti snůšky, kdy u větších snůšek byla inkubační doba delší než u snůšek o standardním počtu vajec (Székely et al., 1994).

Načasování hnízdění u populace v ČR je tedy soustředěno do období od poloviny dubna téměř do konce června (Hudec a kol., 2005); je ovšem otázkou, zda je polní populace v načasování hnízdění synchronizována se zbývající částí populace.

### 3.2.3. Velikost snůšky

Kulíci říční mají obvykle 4 vejce ve snůšce, ačkoli byly zaznamenány i případy o 5 nebo naopak 3 nebo 2 vejcích (Hudec a kol., 2005).

Příbuzný druh kulík písečný (*Charadrius hiaticula* Linnaeus, 1758) je schopen naklást až 5 snůšek o 4 vejcích za sezonu, dokonce byl pozorován případ, kdy se velikost snůšky vyšplhala až na 5 vajec. Nicméně velikost snůšky se může lišit v závislosti na době jejího

naklazení. Podle výsledků Wallander et Andersson (2003), velikost snůšky během sezony klesá viz. kap. Načasování hnízdění.

Otázkou vlivů determinujících velikost snůšek se zabýval Székely et al. (1994) u kulíka mořského, který vykazuje stejně jako kulík říční rozdíly v počtu vajec ve snůšce. Avšak hlavní hypotéza o množství dostupné potravy ovlivňující tvorbu vajec nebyla potvrzena, tudíž můžeme říci, že množství potravy a intenzita krmení samice nemá u kulíků písčinych vliv na velikost snůšky. Také inkubační kapacita, nebo neschopnost rodičů postarat se o větší počet mlád'at, může být faktorem stanovujícím množství vajec ve snůšce (Wallander et Andersson, 2003). Podle Arnold (1999) se v důsledku nadměrného počtu vajec ve snůšce u většiny druhů bahňáků zvyšuje riziko hnízdní predace, poškození vajec a neúspěšného vylíhnutí mlád'at.

#### **3.2.4. Rodičovská péče**

Vztah mezi samcem a samicí je základním stavebním kamenem úspěšného hnízdění. Ptáci využívají různé typy parentálních systémů a jejich kombinací. Kulík říční žije v monogamii, což znamená, že se páří jen s jedním partnerem. Na péči o hnízdo i mlád'ata se podílí oba rodiče, tudíž uplatňují tzv. biparentální rodičovskou péči. (Cramp et Simons, 1983, Hudec a kol., 2005).

#### **3.2.5. Mezipohlavní konflikt**

Všechny rozmnožovací strategie se vždy snaží najít tu nejvýhodnější cestu k dosažení co nejvyššího rozmnožovacího fitness rodiče. V životním čase každého jedince figuruje kompromis („trade-off“) mezi investicí do rodičovské péče, přežitím a dalším rozmnožováním (Wallander et Andersson, 2003). Při každém sdílení rodičovské péče vzniká mezi partnery konflikt v podobě různé míry investice do odchovu mlád'at (Olson et al., 2008; Kosztolanyi et al., 2009) nebo do inkubace. Na rozdíl mezi partnery, co do investice do potomstva, se může odrážet například faktor prostředí, nebo jak popisuje Olson et al. (2008) příležitost k páření. Míra rodičovské péče samce a samice je výrazně ovlivněna typem vývoje mlád'at, u prekociálních (nekrmivých) druhů, mezi které patří čeled' kulíkovitých, obě pohlaví reagovala na zvýšení počtu příležitostí k páření. Naopak druhy s artificiálním

(krmivým) typem mláďat tuto tendenci nevykazovaly. Tyto skutečnosti potvrzují výrazný vliv množství příležitostí k páření na mezipohlavní konflikt rodičů, který převyšuje vliv hnízdního prostředí.

Navzdory mezipohlavnímu konfliktu mezi inkubujícími partnery, Kosztolanyi et al. (2009) prokázal u kulíka mořského kompenzaci rodičovské péče mezi partnery. Respektive pokud byla rodičovská péče jednoho z partnerů experimentálně zvýšena (snížena), u druhého partnera klesla (vzrostla). Je proto důležité zaměřit se při studiu ekologie monogamního druhu na posouzení míry spolupráce při hnízdění a odhalení případných důsledků (např. rizik predace) v případě špatné synchronizace např. při inkubaci snůšky

### 3.2.6. Opouštění partnera

Navzdory tomu, že zástupci rodu kulík jsou převážně monogamní a na rodičovské péči se podílí oba rodiče, dochází k případům kdy se z hlediska rozmnožovací strategie stávají částečně polygamní. Konkrétně jeden z partnerů toho druhého opustí za účelem zvýšení svého vlastního benefitu v podobě založení další snůšky s novým partnerem. U kulíka hnědého (*Charadrius morinellus* Linnaeus, 1758) byly zaznamenány případy, kdy samci opustili hnízdo a ponechali partnerku v solitérní péči o potomstvo. Tímto získali možnost k dalšímu páření a vyvedení více mladých za sezonu (Smith et Whittfield, 1995). Nicméně podle převažujících literárních zdrojů (Cramp et Simons, 1983) je tento druh polyandrický, kdy partnera opouští naopak samice. Opouštění partnera tedy nediskriminuje pouze jedno pohlaví. Tento jev se v této podobě vyskytuje téměř výlučně u první snůšky sezony, u druhých a pozdějších snůšek ptáci opět dodržují plnou biparentální péči (Blomqvist et al., 2001). Stenzel et al. (2011) se zabýval polyandrií vyskytující se v populaci kulíka mořského v Monterey Bay v Kalifornii. Během několikaletého výzkumu zjistili, že samci přežívají lépe než samice a v populaci se nachází více samců než samic. To pravděpodobně vedlo k polyandrickým sklonům, kdy samice po vylíhnutí kuřat z první snůšky opustily samce a věnovaly se dalšímu páření s novým partnerem (Blomqvist et al., 2001). Ve výsledku měly samice čas na tři úspěšné pokusy o hnízdění, na rozdíl od samců, kterým zbyl čas pouze na dvě z důvodu prodloužené solitérní péče o mláďata v začátku sezony. Díky tomu měly samice na konci sezony vyšší parentální úspěšnost než samci. Oproti tomu v práci Wallander et Andersson (2003) o kulíkoví písečném, bylo také odhadováno vyšší lokální přežití samců než samic a tendence k polyandrii nebyla zaznamenána. Vzhledem k plasticitě těchto

reprodukčních projevů není proto vyloučeno, že i u polní populace kulíků říčních se objeví tendence k polygamii, kterou je však nutno prokázat detailním sledováním.

### **3.2.7. Strategie opakovaného hnízdění**

Mnoho druhů bahňáků klade více snůšek v jedné hnízdní sezoně. Více snůšek za sezonu je vždy výsledkem snahy o zvýšení rozmnožovacího fitness. Tato snaha může být podnícena například hnízdním neúspěchem nebo naopak úspěchem předchozí snůšky či typem hnízdní strategie. U polní populace kulíků lze opakované hnízdění předpokládat vzhledem k nabídce ploch v různém stadiu rozvoje plodin po celou hnízdní sezonu.

#### **Náhradní snůšky**

Jak je uvedeno výše, u bahňáků lze velmi často pozorovat více snůšek za sezonu. Může jít o náhradní snůšky, kladené v případě, že byla předchozí snůška zpredována, zničena nebo opuštěna. Samice je schopna snést i několik takovýchto náhradních snůšek a pokusit se o úspěšnější hnízdění. Navíc informace získané přímou zkušeností s hnízdní predací a predáním rizikem hnízdního prostředí, mohou ptáci využít při kladení další snůšky (Pakanen et al., 2014). Například mohou zůstat ve stejném teritoriu nebo hledat jiný habitat, který by jim pro novou snůšku vyhovoval více. Ve výzkumu kulíka mořského Székely et Lessels (1993) 5 z 11 párů po této zkušenosti změnilo hnízdní lokalitu. Je možné, že záleží na tom, v jaké fázi inkubace je hnízdo zničeno. Wallander et Andersson (2003) ve svém experimentu *C. hiaticula* odebral první vejce krátce po tom, co bylo nakladeno. Pár tak pokládal hnízdo za neúspěšné a založil nové hnízdo na novém místě, avšak v rámci stejného teritoria. Podle Jackson et al. (1994) mají neúspěšné samice větší sklony k obsazování nových lokalit než samice, kterým se povedlo vyvést kuřata. Páry traumatizované takovouto ztrátou se většinou rozhodnou opakovat hnízdění společně, nicméně bylo zaznamenáno několik případů, kdy se samec nebo samice rozhodli pro změnu partnera.

#### **Double brooding**

Některé druhy bahňáků jsou dokonce schopné zvýšit svou parentální fitness díky vyvedení mláďat z více snůšek za sezonu tzv. „double-brooding“. Mezi ně patří právě kulík říční, stejně jako čejka chocholátá nebo další druhy rodu kulík jako kulík zrzoočasy

(*Charadrius ociferus* Linnaeus, 1758), kulík novozélandský (*Charadrius obscurus aquilonis* J. F. Gmelin, 1789) a kulík písečný, kteří jsou obvykle schopni vyvést dvoje kuřata za hnízdní sezonu. Všechny tyto druhy spojuje relativně dlouhá hnízdní sezona, vysoká predace hnízd a vyšší počet snůšek (Smith et Whittfield, 1995; Wallander et Andersson, 2003). Podle výzkumu kulíků písečných Wallander et Andersson (2003) byla nakladena druhá snůška po opeření mládřat ze snůšky předchozí. Trend pokusu o další snůšku po vyvedení mládřat byl pozorován pouze, byla první úspěšná snůška nakladena začátkem sezony. Ačkoli v minulosti bylo zaznamenáno vyvedení obou snůšek za rok, v tomto případě se téměř žádnému páru nepovedlo úspěšně vyvést obě dvě snůšky až k opeření mládřat, přičemž dominantní roli v nevyvedení druhých mládřat hrála predace. Co do věrnosti partnerovi, všechny páry nakladly druhou snůšku se stejným partnerem jako předchozí.

### **Double clutching**

Zvláštním případem hnízdní strategie se vyznačuje kulík pastvinný, kdy samice naklade dvě snůšky v krátkém časovém intervalu, přičemž o první snůšku se soliterně stará samec a o druhou samice tzv. „double-clutching“. Nicméně samice můžou projevovat polyandrické sklony, pářit se s více samci, naklást více snůšek a tím pádem zanechat více samců v soliterní péči o hnízdo.

Čejky chocholaté prokázaly hnízdní strategii, která by se dala popsat jako mezičlánek mezi double-brooding a double-clutching. Taktéž byla pozorována jak biparentální, tak uniparentální rodičovská péče u obou pohlaví. Tyto skutečnosti vedou k teoriím, že evoluční vývoj strategie double-clutching vedl přes double-brooding (Blomqvist et al., 2001). Tuto hypotézu potvrzuje i evoluční teorie, která tvrdí, že se z biparentálního typu rodičovské péče vyvinul typ uniparentální. K formaci uniparentálního typu pravděpodobně vedly zvětšující se rozdíly mezi partnery v investici do rodičovské péče a benefity z opuštění partnera (Székely et Reynolds, 1995).

### **3.2.8. Inkubační rytmy**

Zejména u ptáků s biparentální rodičovskou péčí mohou inkubační rytmy ovlivňovat úspěšnost hnízdění. Některé druhy čeledi kulíkovitých vykazují striktně rozdělené inkubační rytmy mezi partnery. Příkladem je ostrovní druh kulík falklandský (*Charadrius falklandicus*

Latham, 1790), kdy samice inkubuje striktně ve dne, a samec v noci. Takto diurnálně a nokturnálně rozdělená inkubační péče byla zaznamenána i u kulíka šedolícího (*Charadrius modestus* Lichtenstein, 1823), kulíka dlouhonohého (*Charadrius sanctaehelenae* Harting, 1873), kulíka kanadského (*Charadrius semipalmatus* Bonaparte, 1825) nebo kulíka mořského (Amat et Masero(a), 2004; Blanken et Nol, 1998; Burns et al, 2013). Nicméně se tento inkubační rytmus se nezdá být pravidlem u všech druhů z čeledi kulíkovitých. Například u *Pluvialis* spp. nebo *Vanellus* spp. byl při monitoringu inkubace zjištěn opačný rytmus sezení, kdy samec seděl více ve dne a samice v noci (St Clair, 2010).

Faktorů, které by mohly ovlivňovat inkubační rytmy je mnoho. Tyto faktory mohou být například genetického, environmentálního, ale i ekologického charakteru. Nicméně Vincze et al. (2013) ve svém výzkumu populací kulíka mořského vyvrací roli genetického založení coby hlavního faktoru, majícímu vliv na inkubační rytmy tohoto druhu. Na druhou stranu byl potvrzen vliv načasování hnízdění a silný vliv teploty prostředí. Snůšky nakladené později v sezoně vykazovaly nižší inkubační péči rodičů než snůšky dřívější. Vliv teploty byl patrný zejména, pokud se teplota okolního prostředí výrazně lišila od optima pro embryonální vývoj zárodku. Čím byla teplota vyšší, tím byla biparentální péče intenzivnější (Kosztolanyi et al., 2009; Vincze et al., 2013). V těchto případech se kooperace partnerů vystupňovala natolik, že doba strávená inkubací dosáhla 100% pokrytí (Vincze et al., 2013). Následkem vyššího termálního stresu ptáci porušují zaběhlé rozdělení doby inkubace mezi pohlavími. Samci, kteří standardně inkubují přes noc, v těchto situacích zvyšují svůj podíl na diurnální inkubaci. Díky tomu, že při vyšších teplotách jsou ptáci nuceni věnovat vyšší pozornost inkubaci, je limitován mezipohlavní konflikt a potencionální uniparentální rodičovská péče, která u tohoto druhu bývá často aplikována (Amat et Masero, 2004). Co se týče doby nasezení či velikosti snůšky, neměly tyto faktory žádný vliv na péči rodičů o hnízdo (Vincze et al. 2013; Székely et al. 1994).

Ekologickým faktorem ovlivňujícím inkubační rytmy může být například predáční tlak. U kulíka falklandského počet přestávek v inkubaci během dne silně koreluje s rizikem predace hnízda. Je možné, že vysoký počet těchto přestávek je výsledkem antipredačního chování (flushing) zaměřeného hlavně proti ptačím predátorům (St Clair, 2010).



### 3.3. Hnízdní habitat

#### 3.3.1. Přirozené a umělé habitaty

Jak již napovídá druhový název, přirozeným hnízdním habitatem kulíka říčního jsou říční břehy a náplavy. Kulík si oportunisticky vybírá pláže s oblázky a drobnými kamínky (Hudec a kol., 2005) a lze předpokládat, že není příliš fidelitní (tj. nevrací se každoročně na totéž stanoviště, které se během let výrazně mění). Nicméně kvůli úbytku hnízdních lokalit, způsobené degradací přirozeného prostředí následkem zemědělské činnosti (MacDonald et Bolton, 2008), přestavby říčních koryt apod., byl kulík nucen začít obsazovat nová prostředí. Proto dnes můžeme najít hnízdící kulíky zejména v antropogenně vytvořených lokalitách, jako jsou dna vypuštěných rybníků, skládky, šterkovny, těžené rašeliniště, šterkové pole nebo louky poblíž rybníků, skládky cukrovarnických kalů nebo odvaly povrchových dolů (Hedenstrom, 1987; Hudec a kol., 2005). Souhrn hnízdění kulíka říčního v ČR a SR podle lokality shrnul Hudec a kol. (2005) znázorněn v tab. 1.

	Počet hnízd v ČR a SR
Celkem	240
Břeh nebo ostůvek řeky	103
Vypuštěný rybník	111
Pískovna nebo šterkovna	17
Těžené rašeliniště	2
Šterkové pole nebo louka	3
Skládka cukrovarnického kalu	2
Odval povrchového dolu	1

Trendem posledních let pozorovaným v České republice je využívání polních lokalit poblíž rybníků (Cepakova et al., 2007). Ty jsou charakterizovány nízkou nebo žádnou vegetací a jsou typickým příkladem otevřeného typu krajiny, který bahňáci s oblibou využívají (Amat et Masero, 2004b; Gomez-Serrano et Lopez-Lopez, 2014; Koivula et Ronka, 1998). Cepáková et al. (2007) se zabývala v letech 1999 - 2003 kulíky říčními hnízdícími

ve dvou agrikulturních habitatech, ve vypuštěných rybnících a na polích. Ačkoli kulíci využívali k hnízdění více rybniční habitaty než pole, na polích byla zaznamenána vyšší hnízdní líhivost ( 60,4 % na polích oproti 15,4 % na rybnících) a výrazně nižší ztráty predací. V polním habitatu nedošlo k žádným ztrátám predací, ale v rybnících podlehla predaci polovina hnízd. Nebyl prokázán žádný vliv složek habitatu jako vzdálenost od vody, od okraje pole a přítomnost vegetace v okolí hnízda na riziko predace.

### **3.3.2. Volba hnízdního habitatu a mikrohabitu**

Volba hnízdního habitatu je jeden z prvních kroků k úspěchu nebo neúspěchu hnízdění. U několika druhů kulíků byl pozorován silný vliv charakteru podloží na efektivnost hnízdní krypte a následnou míru predace. Při srovnání dvou hnízdních habitatů s různým podložím (písek a štěrk) u kulíka mořského byla jasně prokázána nižší hnízdní predace v prostředí s výskytem kamínků ve velikosti vajec, což pravděpodobně zvýšilo kryptu hnízda. Konstantně vyšší hnízdní úspěch ve štěrkovém habitatu tak potvrzuje význam charakteru habitatu vzhledem k riziku predace (Colwell et al., 2011).

Výběr hnízdního habitatu a mikrohabitu může být také ovlivněn fyzikálními vlastnostmi zvoleného prostředí. Bahňáci obecně si k hnízdění rádi vybírají otevřenou krajinu. Nicméně se tím mohou vystavit vyššímu tepelnému stresu (popsáno u kulíka mořského) vzhledem k tomu, že takto situovaná hnízda nedisponují žádným zákrytem, který by mírnil sílu slunečních paprsků. Pokud dochází k extrémním teplotním výkyvům, může to inkubující pár stresovat natolik, že není schopen udržet kontinuální inkubaci a vejce proti těmto výkyvům chránit. Pokud k takové situaci dojde, nezřídka pár hnízdo opustí. Důvod, proč výše zmínění jedinci podléhají termálnímu stresu, může být nedostatečný přístup k vodě, způsobený větší vzdáleností od vodního zdroje. To potvrzuje i vyšší frekvence opuštěných hnízd s prodlužující se vzdáleností od vody. Ptáci hnízdící v blízkosti vodní plochy se mohou smočit, čímž eliminují přehřátí a mohou tak věnovat vyšší úsilí kontinuální inkubaci (Amat et Masero(a), 2004; Amat et Masero, 2009). Kulík mořský v porovnání s kulíkem říčním vykazuje vyšší citlivost na přítomnost vegetace v hnízdní lokalitě a vybírá si mikrohabitat s menší vzdáleností od moře, vyšším podílem plážových oblázků a nižším procentem vegetace (Fojt et al., 2000). Je proto otázkou, jak mikrohabitat vč. krypte snůšky ovlivňují riziko hnízdní predace a líhivost vajec (% vajec v úspěšných snůškách, z nichž byla vyvedena mláďata) v polních kulturách.

### 3.3.3. Hnízdní důlek

Samotné hnízdo kulíka říčního je jen mělký důlek v zemi o hloubce 1,5 – 5,5 cm. Samec hloubí jednu až dvě jamky, na jejichž dokončení zpravidla spolupracuje i samice. Hnízdo je vystláno malým množstvím materiálu jako jsou kamínky, oblázky, úlomky ulit a kousky suché vegetace (Hudec a kol., 2005).

Výstavba hnízdního důlku může být často energeticky náročná a zdoluhavá. Proto některé druhy ptáků hnízdících na zemi začaly využívat k usnadnění výstavby hnízdního důlku, různých nerovností v terénu. Tyto nerovnosti mohou být vytvořeny vlivem počasí, eroze, činností člověka nebo jiného druhu zvířete. U některých druhů bylo dokonce pozorováno využívání hnízdních důlků jiných ptáků. Takto atypické hnízdění bylo zaznamenáno i u kulíka říčního v oblasti jižních Čech, kdy kulík využil opuštěného hnízdního důlku čejky chocholaté. Tato situace byla zaznamenána vůbec poprvé, nicméně otázkou je, jestli jde o mezidruhovou interakci mezi čejkou a kulíkem nebo o náhodný výběr příhodné „terénní nerovnosti“. Využívání takovýchto rozmanitostí terénu kulíkem říčním potvrzuje i nález hnízdního důlku situovaného ve stopě od kola traktoru (Kubelka et al., 2014).

### 3.3.4. Disturbance

Disturbance neboli rušení obvyklých podmínek, bývá často způsobeno činností člověka, a to jak změnami ovlivňujícími habitat a prostředí hnízdících ptáků, tak narušením samotného hnízdění přítomností člověka. Disturbance krajiny je nejčastěji způsobena zástavbou nebo agrikulturní činností. Přímá disturbance člověkem je patrná zejména na místech s rozvíjející se rekreační činností apod. Takovéto narušení přírodních podmínek zvířat může mít následky různého charakteru o různé intenzitě. Zvířata se samozřejmě těmto změněným podmínkám snaží přizpůsobovat nebo z nich dokonce těžit. Typ a intenzita reakce ptáků na rušivé elementy v podobě lidské činnosti má rozhodně širší kontext a je druhově specifická. Proto lze jen velmi těžko předvídat míru dopadu lidské disturbance na jejich ekologii.

Disturbance člověkem může ovlivňovat zejména hnízdění ptáků. Může redukovat pozornost věnovanou hnízdění a tím zvyšovat riziko predace nebo nekomfortního inkubačního prostředí vajec. Pokud je pár ve fázi před nakladením vajec, může vysoká disturbance lokality vést ke změně hnízdního teritoria (Cramp et Simons, 1983). Baudains

et Lloyd (2007) se zabývali vlivem lidské disturbance na kulíka proměnlivého (*Charadrius marginatus* Vieillot, 1818) na dvou lokalitách, jedné s vysokou disturbancí (vysoká rekreační aktivita) a druhé s nízkou disturbancí. Experimentální rušení mělo za následek pokles pozornosti věnované hnízdění v obou lokalitách, nicméně v lokalitě s vysokou disturbancí ptáci v celkovém měřítku strávili více času na hnízdě než v lokalitě druhé. To mohlo být důsledkem pozdějšího odchodu (tzv. „flushig“, viz kap. Antipredační chování) a rychlejšího návratu na hnízdo při experimentální disturbanci. Na více disturbované lokalitě byla zaznamenána nižší míra hnízdní predace. Oproti tomu predace kuřat byla vyšší, převážně z důvodu predace psem domácím (*Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758). Nicméně celková fekundita lokality s vysokou rekreační aktivitou byla vyšší. U kulíka falklandského byla vzdálenost při odchodu z hnízda (jako reakce na disturbance) v lokalitách s intenzivnějším působením člověka delší než v lokalitách s vyšším predacním tlakem (St Clair et al., 2010). Tyto skutečnosti by mohly být objasněny tendencí těchto druhů k habituaci na přítomnosti člověka.

Míra habituace hnízdících ptáků na člověka tak může mít vliv i na další aspekty hnízdění, jako je například výběr hnízdní lokality. Gomez-Serrano et Lopez-Lopez (2014) se domnívá, že nehabituovaní kulíci mořští jsou nuceni následkem lidské disturbance situovat svá hnízda dále od pláže, kde je vyšší počet predátorů a vyšší vegetační pokryv, který brání inkubujícímu ptákovi odhalit blízkého se predátora. Všechny tyto faktory mohou zvyšovat riziko predace u nehabituovaných jedinců v důsledku vlivu na výběr habitatu. V této práci byla jako zástupný faktor disturbance vzata frekvence střídání rodičů na hnízdě, která bývá v případě většího rušení v průměru vyšší. Pokud by se frekvence střídání uplatnila jako průkazný prediktor zvýšené hnízdní predace, bylo by nadále zajímavé věnovat se složkám frekvence střídání detailněji.

### **3.4. Predace**

Na úspěšnost hnízda může mít vliv mnoho faktorů, prostředí, počasí, intenzita rodičovské péče apod. Nicméně u ptáků hnízdících na zemi hraje velkou roli predace, která je obvykle důvodem ztráty vysokého procenta hnízd. A to jak predace vajec v hnízdě,

tak inkubujících rodičů nebo vylíhnutých mlád'at. Proto se v ptačí říši vyvinulo mnoho typů strategií, pomocí nichž se ptáci snaží predaci bránit.

Míra rizika predace může být dávana do souvislosti s mnoha jak environmentálními (rozmístění hnízd, výběr habitatu, množství predátorů, krypse hnízda) tak behaviorálními proměnnými (antipredační chování, atd.). Například u dvou druhů bahňáků (lysokonoh ploskozobý *Phalaropus fulicarius* Linnaeus, 1758 ; jespák malý *Calidris minuta* Leisler, 1812) bylo potvrzeno, že nápadné chování při inkubaci (vrtění, neklid) má za následek vyšší riziko hnízdní predace (Smith et al., 2012). Vliv zvýšené frekvence aktivity rodičů na hnízdě (přílety, odlety) pozitivně korelující s mírou hnízdní predace potvrzují i Muchai et du Plessis (2005).

### 3.4.2. Predační tlak

Míru predace hnízdicích ptáků z velké části určuje predací tlak. Ten může být způsoben množstvím predátorů v oblasti nebo množstvím jejich primární kořisti. Predační tlak jako ekologický faktor se může z velké části podílet na utváření parentálních a pářicích systémů (Larsen et al., 1996).

Možný vztah mezi predacím tlakem a hnízdní predací potvrzuje i Cepáková et al. (2007) v porovnání dvou hnízdních habitatů kulíka říčního (vypuštěné rybníky a pole), kdy koncentrace pozorovaných ptačích predátorů v habitatu kladně korelovala se ztrátami hnízdní predací. Zvýšení počtu predátorů v lokalitě přirozeně zvyšuje poptávku po kořisti a tím zvyšuje predací tlak na kořist a naopak. To potvrzuje i Fletcher et al. (2010), která zaznamenala zvýšení reprodukčního úspěchu hnízdicích ptáků; kulík zlatý (*Pluvialis apricaria* Linnaeus, 1758) následkem redukce populace predátorů v oblasti.

Vliv dostupnosti primární kořisti je patrný zejména v severských oblastech. Se snížením hustoty primární kořisti jako jsou v tomto případě převážně hlodavci (u kterých dochází zpravidla k sezonním populačním výkyvům) vzrůstá predací tlak na hnízdicí ptáky, kteří se stávají alternativní kořistí pro predátory (Larsen et Grundetjer, 1997; Smith et al. 2007).

Druhové zastoupení predátorů se přirozeně odvíjí od prostředí, ve kterém se hnízdicí ptáci vyskytují. Ohrožují je zejména dvě skupiny predátorů, savci a jiné druhy ptáků. Predátory kulíka říčního jsou vrána černá (*Corvus corone* Linnaeus, 1758), racek chechtavý (*Larus ridibundus* Linnaeus, 1766), straka obecná (*Pica pica* Linnaeus, 1758), krkavec velký

(*Corvus corax* Linnaeus, 1758) čáp černý (*Ciconia nigra* Linnaeus, 1758) (Salek et Cepakova, 2006), co do savčích predátorů najde zastoupení liška obecná (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758), kuna lesní (*Martes martes* Linnaeus, 1758), kočka domácí (*Felis silvestrus catus* Linnaeus, 1758), potkan obecný (*Rattus norvegicus norvegicus* Berhenhout, 1769) nebo ježek západní (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758). Podle Salek et Cepakova (2006) byla zaznamenána nejvyšší frekvence antipredačních chování kulíka říčního na přítomnost vrány černé (v rámci ptačích predátorů). Cílová kořist se může u různých predátorů lišit. Například podle Seymour et al. (2003) se liška obecná při predaci čejky chocholaté více soustřeďuje na predaci mláďat než hnízd. Je obtížné bez přímého sledování hnízd videokamerami identifikovat jednotlivé predátory, avšak pomocí RFID je možné určit, zda predátorem byl noční druh (tedy pravděpodobně savec) nebo denní druh (pravděpodobně pták – dravec či korvid) a zda u kulíků hnízdících v polích převažuje jeden či druhý typ.

### 3.4.3. Disperze a lokalizace hnízd

Umístění hnízda v lokalitě může být motivováno zejména fyzikálními vlivy, jako je teplotní komfort, povětrnostní podmínky, riziko zaplavení hnízda apod. Nicméně významným faktorem ovlivňujícím lokaci hnízda může být i riziko predace (Opermanis, 2000). Důležitou roli hraje například vzdálenost od lesa, kdy se může navýšit riziko predace savčími predátory, jako je například liška obecná nebo kuna lesní. Podobný vliv může mít blízkost lidských obydlí, kde riziko představuje kočka domácí. Naopak ptačí predátoři jako jsou vrány, krkavci nebo dravci, rádi využívají sloupy elektrického vedení nebo stromy situované v otevřené krajině jako rozhledny. Proto může mít vzdálenost hnízda od takovéto „rozhledny“ vliv na schopnost predátora hnízdo najít.

Cepáková et al. (2007) neprokázala žádný vliv vzdálenosti od vody, okraje habitatu a vegetace v okolí hnízda při porovnávání ztrát hnízdní predací u dvou hnízdních habitatů (vypuštěný rybník a pole) kulíka říčního. Také v přirozeném habitatu kulíka říčního (pláže) nebyl potvrzen vliv vzdálenosti hnízd od okraje moře nebo lesa vzhledem k riziku predace (Opermanis, 2000). Ve výzkumu čejky chocholaté a kolihy velké (*Numenius arquata* Linnaeus, 1758) nebyl prokázán vliv vzdálenosti hnízda od lesa (50 m a 200 m) na míru predace ani u jednoho z těchto druhů (Berg, 1996).

Jak už bylo uvedeno v kapitole habitat, ptáci hnízdící na zemi preferují otevřenou krajinu. To potvrzuje i lokalizace hnízd kulíka mořského v souvislosti s predací inkubujícího

ptáka na hnízdě. Kulíci hnízdící v krytých místech byli vystaveni vyšší predaci než na hnízdech v otevřené krajině. To může být vysvětleno tím, že pták má v otevřeném terénu lepší rozhled a je schopen rychleji zaregistrovat blízcího se predátora, kdežto pták v krytém místě může být, dalo by se říci, „překvapen ze zálohy“ (Amat et Masero, 2004b; Gomez-Serrano et Lopez-Lopez, 2014). S tímto předpokladem koresponduje i studie Koivula et Ronka (1998), kteří popisují reakce jespáka šedého (*Calidris temminckii* Leisler, 1812) na blízcí se nebezpečí, vyplývající z přijímání signálů od jiných druhů, které svým chováním informují o přítomnosti predátora. Dobrý rozhled z hnízda tak napomáhá příjmu těchto informací a snižuje riziko predace. Naproti tomu hnízdění v habitatu s horší viditelností pro inkubující ptáky, často v kombinaci s vyšší vegetací v blízkosti hnízda, může riziko predace zvyšovat. Proto bychom mohli označit hnízdění v otevřené krajině jako méně rizikové. Nicméně takto distribuované hnízdo podléhá vyšším teplotním výkyvům, čímž se snižuje komfort inkubujících ptáků i vajec (viz. kap. Hnízdní habitat). Tím se komfort hnízdního prostředí dostává do konfliktu s antipredační strategií (Amat et Masero, 2004b). Také umístění hnízda podle sklonu georeliéfu může mít vliv na míru predace. U kulíka zlatého, byla zjištěna odlišná míra predace mezi hnízdy umístěnými na rovině a ve svahu. Hnízda na rovném podkladu podléhala signifikantně nižší predaci než hnízda ve svahu. Výhodnější polohu hnízda na rovině potvrzuje i fakt, že takto hnízdící páry vykazovaly znaky dominantních jedinců. Ti pravděpodobně obsadili preferovaný typ hnízdní plochy na úkor submisivnějších jedinců, jejichž hnízda následně podlehla vyšší predaci (Whittingham et al., 2002).

## **Kolonialita**

Některé druhy bahňáků hnízdí v koloniích. Tento typ hnízdění může mít markantní vliv na riziko predace. Z jednoho pohledu jde o výhodu, která se projevuje obzvláště u druhů, které agresivně obhajují svá hnízda. Vyšší množství ptáků koncentrovaných na jednom místě přirozeně vykazuje silnější odezvu na vniknutí predátora do teritoria, která může vést k vyšší pravděpodobnosti jeho odražení. Na druhou stranu koncentrace většího množství hnízdících ptáků vede k snazšímu objevení kořisti predátorem. Navíc je tu možnost, že se predátor vrací na místa, kde byl jeho předchozí lov úspěšný. Andren (1991) se zabýval vlivem predace na míru disperze hnízd v lokalitě. Nicméně neprokázal signifikantní vliv vzdálenosti nejbližšího hnízda na riziko predace.

Při srovnání koloniálně hnízdící čejky chocholaté a soliterně hnízdícího kolihy velké byla predace hnízd čejky nižší, což může být právě výsledkem koloniální strategie hnízdění (Berg, 1996).

Koloniálním typem hnízdění je známo několik dalších druhů bahňáků jako například břehouš černoocasý (*Limosa limosa* Linnaeus, 1758). Byly zaznamenány i případy společného koloniálního hnízdění dvou druhů provázené jak výhodami, tak nevýhodami tohoto soužití. Například zvýšení hnízdního úspěchu zaznamenal právě břehouš při hnízdění v kolonii s čejkou chocholatou. Naopak vodouš rudonohý (*Tringa tetanus* Linnaeus, 1758) vykazoval hnízdní ztráty z důvodu agresivních útoků čejky (Hegyí et Sasvari, 1997).

#### **3.4.4. Antipredační chování**

Obrana proti predátorovi a ochrana vajec je jedním ze základních pilířů podpírajících úspěšné rozmnožování a přežití druhu. V souvislosti s tím se u většiny druhů rozvinuly různé antipredační strategie. Evoluce byla v tomto směru velmi kreativní a pomohla ke vzniku rozmanité škály typů antipredačního chování.

#### **Krypse**

Kryptické zbarvení je nedílnou součástí antipredační strategie. Uplatňuje se na dospělých ptácích stejně jako na kuřatech, vejcích a hnízdě. Různé druhy spoléhají na maskování více, jiné méně. Zejména u ptáků hnízdících na zemi je nepostradatelnou výhodou v prevenci proti predátorům.

Vzhledem k malému vzrůstu je kvalitní maskování pro kulíka říčního naprostou nezbytností. Kryptické zbarvení vajec i kuřat je dokonale přizpůsobeno říčnímu habitatu s kamenitým a písčným substrátem. Vejce mají základní světle pískovou barvu se stejnoměrně rozmístěnými drobnými tmavými tečkami a skvrnkami pokrývajícími celý povrch vejce. Skořápka je hladká a na povrchu matná (Hudec a kol., 2005). Zbarvení kuřat, zejména na zádech, dokonale simuluje říční substrát. Díky tomu jsou kuřata schopna s podložím perfektně splynout.

Některé druhy jako kulík hvízdavý (*Charadrius melodus* Ord, 1824) se snaží míru krypse svého hnízda zvýšit úpravou hnízdního důlku a jeho okolí. Při budování hnízda vyhledává oblázky více připomínající barvu jeho vajec a tím podporuje jejich krypsi (Mayer et al., 2009). Nicméně krypse vajec se může jevit spíše jako doplňující antipredační strategie



(Salek et Cepakova, 2006). Posuzování hnízdní krypse a její role v ochraně před predátory je proto užitečným tématem při studiu ekologie a úspěšnosti hnízdění kulíků v polích.

### **Odbíhání („flushing“)**

Kulík říční nedisponuje příliš velkým vzrůstem, a proto uplatňuje spíše umírněnější typy antipredačního chování. Hlavním cílem antipredačního chování kulíků je spíše útočnicka rozptýlit a zmást, nežli zahnat (Wallander et Andersson, 2003). Jedním z nejvíce využívaných antipredačních chování u ptáků hnízdících na zemi je právě „flushing“ neboli odbíhání. Konkrétně u kulíka říčního jde o hojně využívanou antipredační strategii. Toto chování se popisuje jako odchod inkubujícího ptáka z hnízda v přítomnosti predátora. Pták se tím snaží jednak uniknout predaci, jednak odpoutat pozornost predátora častými pauzami v běhu a tím vystavování sebe sama jako potenciální kořist (Cramp et al., 1983; Salek et Cepakova, 2006). Vzdálenost, při které inkubující pták odchází z hnízda, se často využívá při hodnocení predacího rizika, habituace nebo dohledu inkubujícího ptáka. Různé druhy využívají tuto strategii v odlišné míře. Jak bylo popsáno u kulíka falklandského, frekventované odbíhání se může odrazit i v inkubačních rytmech ptáků (St Clair, 2010) viz kap. Inkubační rytmy.

### **Simulace zranění**

Každý rodič se snaží o co nejlepší ochranu svého hnízda nebo potomstva, často na úkor zvýšení rizika ohrožení vlastního života. U kulíka říčního a dalších bahňáků, jako například čejky chocholaté, byla pozorována simulace zranění, sloužící k odpoutání pozornosti predátora od hnízda. Pták se pohybuje na zemi směrem od hnízda se svěřeným křídlem a snaží se tak upoutat pozornost predátora na sebe jako na potenciální kořist (Cramp et al., 1983).

### **Falešná inkubace**

Zajímavou antipredační taktikou je falešná inkubace, což znamená, že pták odejde ze svého hnízda a simuluje inkubaci na nějakém jiném místě, čímž se pravděpodobně snaží odpoutat pozornost predátora od reálného hnízda (Cepakova et Salek, 2007).

### **Alarmující volání**

Alarmující volání provází většinu ptačích druhů. U kulíka říčního je velmi dobře rozvinuté. Hlasité projevy korespondující s přítomností predátora jsou bezesporu důležitou

součástí efektivní obhajoby hnízda. Alarmující volání může mít hned několik účelů. Primárně upozorňuje na predátora ostatní ptáky a to jak v rámci jednoho hnízda, kdy neinkubující partner pohybující se v blízkosti hnízda může varovat inkubujícího rodiče nebo kuřata, tak v rámci kolonie, kdy jeden alarmující pták varuje ostatní před přítomností predátora (Cramp et al., 1983). V ptačí říši byly zaznamenány i případy mezidruhového přenosu informací o nebezpečí (Koivula et Ronka, 1998). Navíc se silně alarmující pták může pokoušet o zastrašení predátora nebo odpoutání jeho pozornosti od hnízda.

### **Agresivní antipredační chování**

Agresivní antipredační chování spočívá v útočné reakci na predátora, který vnikl do teritoria hnízdících ptáků. Agresivní typ obrany vede od zastrašování útočníka až po jeho napadení.

Tento druh antipredačního chování byl zaznamenán také u několika druhů bahňáků. Intenzita útoků a jejich průběh se může velmi lišit, a to z několika důvodů. Polovina rozdílů v agresivním chování vůči predátorovi lze u většiny bahňáků vysvětlit velikostí těla a přítomností jednoho nebo obou rodičů v teritoriu. Další faktory ovlivňující variabilitu v agresivní obraně hnízda jsou inkubační rytmy, přítomnost rodičů poblíž hnízda, hnízdní habitat, zeměpisná šířka, detekovatelnost hnízda, režim predátora, kolonialita, výskyt alternativní kořisti, délka a struktura křídla (Larsen et al., 1996). Všechny zmíněné faktory dohromady podle Larsen et al. (1996) vysvětlují až 70 % rozdílů v agresivní obhajobě hnízda.

Velmi silné reakce při obraně hnízda jsou známy zejména u čejek chocholatých (Salek et Cepakova, 2006), které agresivně útočí na predátora vyskytujícího se v blízkosti jejich hnízd. Čejky většinou nalétávají na vetřelce za silných hlasových projevů. Co do frekvence útoků, podle Kis et al. (2000) je za větší část ataků zodpovědný samec a tudíž se více angažuje v obraně hnízda.

## Antipredační ochranný deštník

Je zřejmé, že většina antipredačních strategií, ať už aktivních nebo pasivních, vyžaduje energetický výdej. Proto se některé druhy rozhodly tento výdej minimalizovat a využívat antipredačního chování druhů jiných. Mechanismus této strategie spočívá v tom, že ptáci lokalizují své hnízdo do sousedství agresivnějších druhů a tím se dostávají pod tzv. „antipredační ochranný deštník“ (Quinn et Uetta, 2008). Díky tomu zvyšují své vlastní fitness a snižují energetické výdaje vložené do ochrany proti predátorům. Jak lze rozeznat tuto strategii? Ochránce by neměl směřovat své agresivní chování vůči druhu, který je pod jeho ochrannou, druh pod ochranným deštníkem by měl cíleně hnízdit v blízkosti ochránce a ne pouze sdílet stejný habitat a jeho hnízdní úspěch pod deštníkem by měl být vyšší než bez něj (Larsen et Grunnetjer, 1997). Tendenci k využívání této strategie mají především arktické druhy. Zejména v tundře je běžné využívání ochranného deštníku dravců. Například kooperace mezi berneškou rudokrku (*Branta ruficollis* Pallas, 1769) a sokolem stěhovavým (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771) nebo berneškou tmavou (*Branta bernicla* Linnaeus, 1758) a (*Nyctea scandiaca* Linnaeus, 1758). Benefity z tohoto vztahu tkví hlavně v tom, že někteří dravci jsou schopni efektivněji chránit svá hnízda, a tak i hnízda druhů pod ochranným deštníkem. Větší dravci dokáží obhájit hnízdo nejen před ptačími, ale i savčími predátory. Tato asociace je však velmi křehká a může záviset na dalších faktorech, například kajka královská (*Somateria spectabilis* Linnaeus, 1758) využívá jako svého ochránce chaluhu malou (*Stercorarius longicaudus* Vieillot, 1819), ačkoli je chaluha potenciálním predátorem jejich hnízd a kuřat. Tento vztah funguje jen za předpokladu vysokých stavů primární kořisti chaluhu, kterou jsou převážně hlodavci (Larsen et Grunnetjer, 1997).

Nicméně nejen draví ptáci mohou být ochránci. Podle výzkumu Larsen et Grunnetjer (1997), kteří se zabývali strategií ochranného deštníku v prostředí tundry, klasifikovali kulíka bledého (*Pluvialis squatarola* Linnaeus, 1758) jako potenciálního ochránce.

Možná mezidruhová asociace ovlivňující hnízdní úspěšnost byla zaznamenána u kulíka kanadského a rybáka dlouhoocasého (*Sterna paradisaea* Pontoppidan, 1763). Nguen et al. 2006 se domnívá, že agresivní obhajoba hnízd rybáků může poskytovat vyšší ochranu proti predaci kulíků hnízdicích v její blízkosti.

## **4. METODIKA**

### **4.1. Terénní sběr dat**

Terénní práce probíhala v období hnízdní sezony od 18. 4. 2014 do 18. 6. 2014, v České republice, oblasti jižních Čech, lokalitě Dívčice a okolí. V této oblasti je množství rybníků a polí. Všechna získaná terénní data byla zapisována do databáze CZ\_2014.sqlite(SQLite3) - SQLiteStudio (v2.1.5).

#### **Nalezení hnízda**

Kulíci byli monitorováni na polních lokalitách v okolí Dívčic. Observací hnízdícího páru na poli byla určena přibližná poloha hnízda. K observaci byly použity binokulární a monokulární dalekohledy. Po nalezení bylo hnízdo označeno pomocí GPS bodu (Garmin 60 a Etrex 30) a dvou tyčí, umístěných cca 5 metrů od hnízda ve směru pojezdů zemědělské techniky. Toto opatření bylo aplikováno jako prevence proti zničení hnízda zemědělskými stroji. Byla pořízena fotodokumentace hnízda shora („top“ foto) a horizontálně („side“ foto). Vejce byla fotodokumentována na šabloně s barevnou škálou. Stadium nasezení vajec bylo stanoveno flotačním testem (van Passen et al., 1984). Byla změřena délka a šířka (mm) vajec.

#### **Odchyt**

Odchyt byl soustředěn na dospělé inkubující ptáky a byl zaměřen na odchyt obou partnerů. Díky odchytu byla získána popisná data o jedinci, bylo určeno pohlaví, pták byl individuálně označen a osazen čipem a bylo možné využívat RFID přístroj (viz. níže) k dalšímu monitorování hnízdění.

Odchyt byl realizován pomocí sklapovací pasti s pojistkou připevněnou na silonové lano rybářského prutu. Po usednutí kulíka na hnízdo následoval 10minutový interval, kdy se pták nechal v klidu sedět. Tento interval měl za úkol eliminovat stres z odchytu a případnou tendenci k opuštění hnízda způsobenou vytvořením souvislosti mezi dosednutím na hnízdo a sklapnutím pasti. Past byla sklapnuta odjištěním pojistky pomocí prutu. Čas odchytu a manipulace s ptákem byl pokud možno co nejvíce zkrácen. Proto byl pták co nejrychleji dopraven v plátěném pytlíku na kryté místo. U každého odchytu byl

zaznamenán čas začátku odchyty (time\_start), čas, kdy byl pták 1 m od hnízda (time\_1m), čas dosednutí na hnízdo (time\_on), čas chycení (time\_caught) a čas vypuštění (time\_free). Manipulace trvala v průměru 22 minut. Odchyt druhého partnera byl načasován o několik dní později z důvodu zabránění přílišné traumatizace hnízdícího páru a tím snížení rizika opuštění hnízda.

Při každém odchyty byly pořízeny fotografie kulíka zepředu („front“), z profilu („profile“) a fotografie křídla („wing“). Všechny fotografie mají v pozadí šablonu s barevnou škálou. Pták byl okroužkován podle kroužkovacího vzorce viz (tab. 2). Pro individuální označení pomocí trojkombinace barevných plastových kroužků byly použity tyto barvy v různém pořadí a kombinaci red (červená), orange (oranžová), dark green (tmavě zelená), white (bílá), noir (černá). Toto individuální barevné značení slouží k snadnější znovuidentifikaci jedince na dálku pomocí dalekohledu bez nutnosti zpětného odchyty. Každý jedinec byl také označen hliníkovým ornitologickým kroužkem s individuálním popisem. U každého odchyty jsme změřili délku hlavy, zobáku, křídla a tarsu (s přesností 0,1 mm). Stáří bylo určeno podle primárních letků (AHY = rok po vylíhnutí, ASY = dva a více let po vylíhnutí) (Meissner, 2007) a zvíře bylo zváženo (s přesností 0,1g). Aby bylo možné spolehlivě určit pohlaví, byla při odchyty odebrána krev z pažní žíly (*vena brachialis*) pomocí jehly a kapiláry o objemu 5 µl. Krevní vzorky byly následně laboratorně zpracovány.

Pokud se hnízdo úspěšně vylíhlo, proběhl odchyt kuřat. Kuřata byla odchycena na hnízdě nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Odchyt probíhal manuálně bez použití dalších prostředků. Mláďata byla změřena a okroužkována hliníkovým ornitologickým kroužkem. Další osud kuřat nebyl monitorován.

**Tab.2 Kroužkovací vzorec**

	nad tarsem	pod tarsem
<b>Levá noha</b>	rok 2014 – yellow (žlutá barva)	Ornitolog.kroužek + RFID čip
<b>Pravánoha</b>	-	Trojkombinace barev – individualní značení

### **Použití monitorovacích zařízení RFID a MSR**

K monitorování průběhu inkubace byly použity přístroje RFID a MSR. RFID (Radio Frequency Identification) je založen na identifikaci pomocí radiové frekvence. RFID se skládá z vysílače (čtečka, snímač), který vysílá do okolí radioaktivní impulsy (snímá každých 5 – 6 sekund) a z pasivního typu čipu. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip,

využije přijímaný signál k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Každý čip měl svůj individuální kód a byl připevněn v podobě tzv. „vlajky“ na levý tarsus ptáka. Pro zaznamenávání nestandardních situací na hnízdě způsobených činnostmi terénního pracovníka (kontrola, odchyt, atd.), měl každý pracovník svůj vlastní RFID čip, který byl vložen do hnízda a načítal se po dobu působení na hnízdě (kontrola, odchyt, atd.). Snímač byl umístěn na hnízdě a načtená data zapisoval na SD kartu. SD karta byla umístěna ve vodotěsném plastovém obalu spolu s bateriemi AA zajišťujícími chod zařízení. Tento plastový obal byl vložen do vyhloubené díry a byl zakryt substrátem, aby co nejméně narušoval přirozený kolorit prostředí. Toto maskování mělo za úkol eliminovat vliv přítomnosti zařízení na hnízdící ptáky (viz příloha obr. 39).

K vyšší komplexnosti dat byl použit také datový záznamník MSR vybavený teplotními senzory. MSR snímal teplotu okolí a teplotu v hnízdě. Čidlo pro snímání teploty v hnízdě bylo situováno doprostřed hnízda mezi vejce. Čidlo pro snímání okolní teploty bylo umístěno v krátké vzdálenosti od hnízda.

### **Hnízdní kontroly**

Pravidelně probíhaly kontroly hnízd, při nichž byl zaznamenáván stav vajec (cold = studená; warm = teplá; breaks = s prasklinkami; holes = s otvory; hatching = líhnoucí se; hatched = vylíhnutá; predated = zpredovaná; possibly deserted = pravděpodobně opuštěná; deserted = opuštěná; unknown = neznámý, undetermined = nelze určit, atd.), přítomnost rodičů na hnízdě, popřípadě přítomnost vylíhnutých kuřat. Další cílem kontroly hnízd bylo ověřování správné funkce monitorovacích zařízení a případná výměna SD karet.

## **4.2. Zpracování terénních dat**

### **Hnízdní úspěšnost**

Hnízdní úspěšnost byla klasifikována do 3 kategorií – opuštění (0), predace (1), vylíhnutí (2). Míra hnízdní úspěšnosti byla hodnocena pomocí záznamů z hnízdních kontrol a záznamů z RFID přístrojů. Pokud byla vejce při kontrole studená a ani jeden z partnerů nebyl pozorován při inkubaci, vzniklo podezření na opuštění hnízda. Abychom tuto možnost prověřili, řídili jsme se biologií druhu, kdy inkubující pták několikrát za den mění polohu

vajec. Proto jsme vejce v hnízdě otočili špičatějšími konci ven. Když se poloha vajec do příští kontroly nezměnila, bylo zřejmé, že na vejcích nikdo nesedí a hnízdo je opuštěné.

Predace vajec byla potvrzena, pokud byly v hnízdě nebo v jeho bezprostředním okolí nalezeny větší kusy skořápek nebo vejce v hnízdě nebyla v době, kdy nebylo předpokládáno líhnutí. Hnízdo bylo klasifikováno jako vylíhnuté, pokud byly nalezeny malé úlomky skořápek v hnízdě, přímou observací kuřete na hnízdě nebo v jeho bezprostředním okolí nebo observací rodiče vodícího kuřata v okolí hnízda.

### **Doba expozice hnízda + STI**

Doba expozice hnízda byla kalkulována ode dne nalezení hnízda do ukončení hnízda (hnízdní úspěšnost – 0;1;2). Přesná doba ukončení hnízda byla určena pomocí RFID (MSR) záznamů a záznamů z hnízdních kontrol.

Datum začátku inkubace = STI (start incubation) byl určen co nejspolehlivěji podle dostupných dat. Pokud bylo hnízdo úspěšné a díky RFID záznamům jsme mohli určit datum vylíhnutí kuřat, bylo STI stanoveno odečtem průměrné doby inkubace (24 dní) od data vylíhnutí. Další metodou bylo použití záznamů z nalezení hnízd a hnízdních kontrol. V případě, že bylo nalezeno hnízdo se třemi vejci, STI byla určena od naklazení čtvrtého vejce. Třetí metodou určení STI byl floatační test vajec. Zaznamenání všech dat je ve formě pořadí dne v roce tzn. 1.1.2014 = 1

### **Čas věnovaný inkubaci**

Čas věnovaný inkubaci byl vyhodnocen pomocí RFID záznamů. Jelikož přístroj zaznamenával nepravidelně v 5 a 6sekundových intervalech, bylo velmi obtížné tuto proměnnou určit. Proto byl sečten počet záznamů za den u každého zvířete a doba strávená na hnízdě byla vyjádřena průměrnou sumou záznamů za den. Čas věnovaný inkubaci byl hodnocen jak v rámci jednoho partnera (suma samec/den nebo suma samice/den), tak v rámci hnízdního páru (suma samec+samice/den).

### **Střídání samce a samice na hnízdě**

Počet vystřídání samce a samice při inkubaci byl zpracován z RFID záznamů. Je vyjádřen v počtu vystřídání samce a samice na hnízdě průměrně za den.

## **Průměrný objem vejce ve snůšce a celkový objem snůšky**

Pomocí dat z terénního měření vajec byl spočítán objemový koeficient reflektující reálný objem vajec. K výpočtu objemového koeficientu byla použita délka a šířka vejce podle vzorce  $V_{egg} = \text{délka} \cdot \text{šířka} \cdot \text{šířka} / 1000 \text{ (cm}^3\text{)}$ . Průměrný objem vejce ve snůšce byl vypočten podle vzorce  $Mean_{egg} = \text{suma } V_{egg} / \text{počet vajec ve snůšce}$ . Celkový objem snůšky byl vyjádřen vzorcem  $CIVol = \text{suma } V_{egg} \text{ ve snůšce}$ .

## **Kondiční index**

Kondiční index určující kondici jedince byl spočten z terénních dat naměřených při odchytu. Pro určení kondičního indexu byly zvoleny dvě proměnné a jejich poměr (velikost a váha). Velikost ptáka byla vyjádřena pomocí délky tarsu. Váha a délka tarsu byly použity ve vzorci  $K_{indx} = \text{váha} / \text{tarsus} \cdot 100$ .

## **Míra maskování**

Míra maskování hnízda je hodnocena podle top fotografií hnízda pořízených při nalezení hnízda. Tyto fotografie byly předloženy 20 respondentům, kteří hodnotili míru maskování ve škále od 1 do 4 (1=velmi nápadné; 2=nápadné; 3=nenápadné; 4=„skoro neviditelné“). Pro představu o míře maskování byly součástí dotazníku vzory hnízd (foto M. E. Šálek *viz příloha*) ve škále 1 až 4. Získané hodnoty byly zprůměrovány, čímž byla vyhodnocena míra maskování hnízda.

## **Vzdálenost hnízda čejky chocholaté**

Vzdálenost hnízda čejky chocholaté byla měřena mezi hnízdem kulíka říčního a nejbližším hnízdem čejky. Data o GPS poloze čejčích hnízd, STI, expozici a osudu byla poskytnuta Vojtěchem Kubelkou z terénního výzkumu čejky chocholaté v sezoně 2014. Vždy se jednalo o hnízda vyskytující se na dané lokalitě ve stejné časové linii. Vzdálenost mezi hnízdy byla měřena v programu GoogleEarth.



### 4.3. Statistické analýzy

Všechny výpočty byly provedeny v programu R (R Core Team 2014).

Z celkového počtu hnízd ( $n = 29$ ) byla data získaná z jednoho hnízda natolik nekompletní, že toto hnízdo bylo vyřazeno ze statistického zpracování.

#### Ovlivnění reprodukčního úsilí samic

K vyjádření reprodukčního úsilí samic byly navrženy dva faktory, celkový objem všech vajec ve snůšce (CIVol) a průměrný objem vejce ve snůšce (Meanegg). Aby mohl být stanoven určující faktor, byly oba podrobeny Shapiro - Wilk testu normálního rozdělení. Jako faktor s normálním rozdělením byl vypočten průměrný objem vejce ve snůšce ( $W = 0.9809$ ;  $P = 0.8721$ ). Vysvětlovanou proměnnou bylo reprodukční úsilí samic a vysvětlující proměnnou byla kondice samic a načasování hnízdění.

Vliv kondice samic ( $K_{\text{indx}}$ ) a načasování hnízdění (STI) na reprodukční úsilí samic (Meanegg) byl testován pomocí lineárního modelu GLM.

#### Identita hnízda (repeatabilita)

Bylo otestováno, kolik do variability denního vystřídání na hnízdě přispěla identita hnízda (pár). Hodnoty denního střídání na hnízdě byly nejprve podrobeny Wilkovu testu normality načež hodnoty vykazaly normální rozdělení (Shapiro - Wilk test:  $W = 0.94$ ,  $P = 0.5$ ). Pro možnost vzájemného porovnání hnízd byla proto identita hnízda zahrnuta jako náhodný efekt.

#### Efekt fáze inkubace a dne líhnutí na frekvenci střídání partnerů

Při úspěšném vylíhnutí kuřat byl otestován efekt dnů před líhnutím a dne líhnutí na frekvenci střídání (vysvětlovaná proměnná – střídání), spočítaný ve smíšeném modelu (GLIMMIX, knihovna lmer4), s náhodným efektem hnízd (ID hnízda) a pevným efektem dne (3 = 3 a více dní před líhnutím; 2 = dva dny před líhnutím; 1 = jeden den před líhnutím; 0 = den líhnutí).

## **Predikce predace hnízda**

Vliv různých faktorů na predaci hnízd byl otestován zobecněným lineárním modelem GLM s binomickým rozdělením vysvětlované proměnné osudu hnízda (přeživší= 1; predace= 0) se zohledněním doby expozice hnízda (pomocí příkazu cbind). Prediktory byly míra maskování (maskov), načasování hnízdění (STI), čas věnovaný inkubaci (sumazazn), intenzita střídání partnerů na hnízdě (stridani) a vzdálenost kulíčího hnízda od hnízda čejky chocholaté (cejka). Vzhledem k velkému množství proměnných a chybějících dat (NA = not available), byla zvolena metoda „forward selection“, která předešla přeparametrizování modelu.

## **Závislost mezi samicí a samcem (váha, kondiční index, věk)**

Nejprve byla nutno ověřit normální rozdělení dat pomocí Wilkova testu normality. Data vykazala normální rozdělení (Shapiro - Wilk test) : váha samice ( $W = 0.97$ ,  $P = 0.87$ ), váha samce ( $W = 0.95$ ,  $P = 0.59$ ), kondiční index samice ( $W = 0.95$ ,  $P = 0.58$ ), kondiční index samce ( $W = 0.96$ ,  $P = 0.78$ ). Následně byl spočten Pearsonův korelační koeficient ( $r$ ) mezi váhou samice a samce a kondičním indexem samice a samce. Pomocí Fisherova testu byl otestován poměr mezi starými a mladými partnery.

## 5. VÝSLEDKY

Během sezony bylo nalezeno 27 hnízd na polích a 2 hnízda v lokalitě MAPE (oblázková pláž). Z celkového počtu nalezených hnízd ( $n = 29$ ) bylo pořízeno 13 kompletních hnízdních záznamů RFID . Osud jednoho hnízda z lokality MAPE je neznámý.

### Vejce

Průměrná délka vejce 29,7 mm, šířka 22,2 mm, vypočítaný průměrný objemový koeficient vejce byl  $14.57 \text{ cm}^3$ . Počet vajec ve snůšce byl převážně 4, krom dvou případů o 3 vejcích.

### Věk hnízdících ptáků

Věk byl určen u 39 hnízdících ptáků, z toho 64 % bylo starších dvou let (ASY=after second year). Nebyl zjištěn odlišný poměr mezi starými a mladými partnery (Fisherův test,  $P = 0.99$ ).

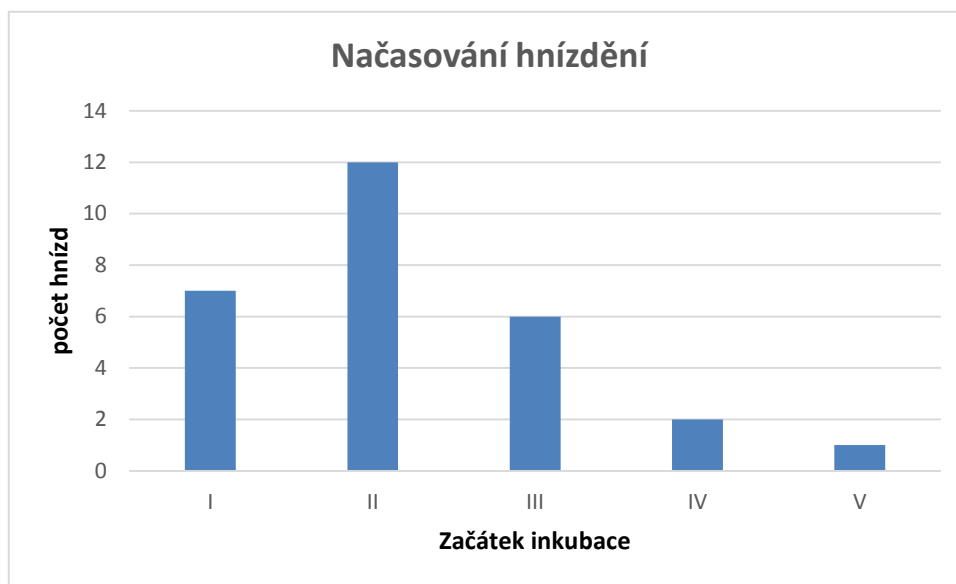
### Hnízdní úspěšnost

**Tab. 3 Počty hnízdících párů a úspěšnost hnízdění**

	n	%
<b>Počet hnízdících párů celkem</b>	28	100
<b>Opuštěná hnízda</b>	7	26
<b>Predovaná hnízda</b>	11	41
<b>Vylíhnutá hnízda</b>	10	33

Během výzkumu nebyl zaznamenán žádný pokus o opakované hnízdění a to ani u úspěšných (vylíhnutí) ani u neúspěšných (opuštění, predace) párů.

## Načasování hnízdění



Obr.1. Načasování hnízdění

(I.= 10. 4 - 20. 4.; II.=21.- 29. 4; III.= 30.4.- 10.5.; IV.=10.- 20. 5.; V=21.- 30.5. 2014)

### Vliv kondice a načasování hnízdění na reprodukční úsilí samice

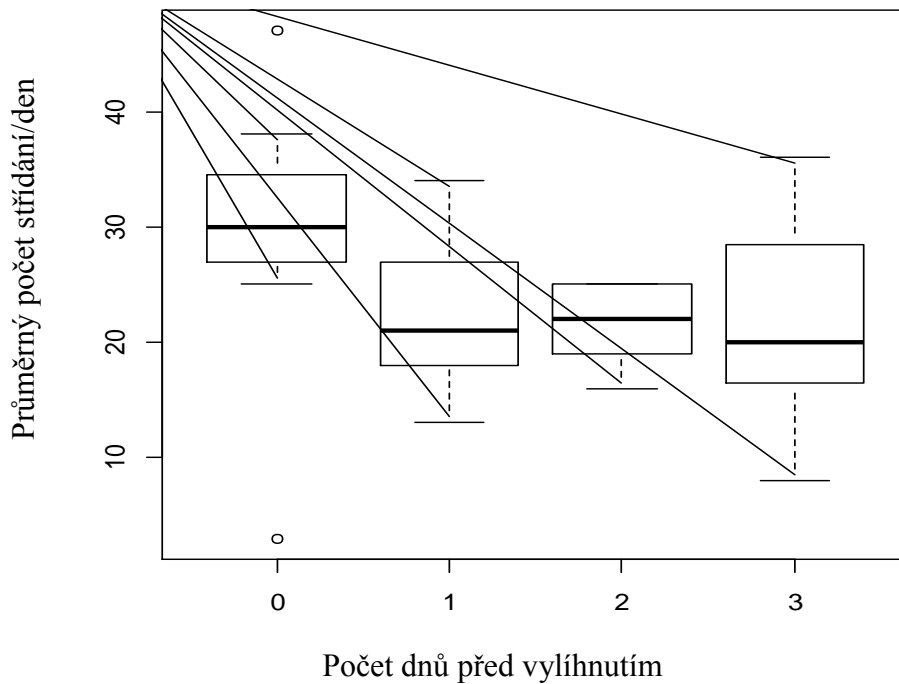
Vliv kondice a načasování hnízdění na reprodukční úsilí samic (Meanegg) nebyl prokázán. Obzvláště vliv kondice se ukázal jako silně nesignifikantní (tab.3).

**Tab.4 VÝSLEDKY GLM - vliv kondice (Kond.indx) a načasování hnízdění (STI) na reprodukční úsilí samic (Meanegg=průměrný objem vejce/snůšku)**

prediktor	estimate	se odhadu	F-test	df	p
STI	0.03294	0.02364	0.1826	1,16	0.18263
Kond.indx	0.09585	0.69176	0.8915	1,16	0.89152

### Efekt fáze inkubace a dne líhnutí na frekvenci střídání partnerů

Byl prokázán rozdíl mezi dny před líhnutím a dnem líhnutí (3; 2; 1; 0) ve střídání partnerů na hnízdě (GLMMIX:  $\chi^2 = 10,6$ ;  $df = 3$ ,  $P = 0,014$ ). Tato variabilita byla signifikantně průkazná v den líhnutí kuřat (obr. 2). Vzhledem k tomu, že hodnoty úspěšných hnízd by byly tímto efektem ovlivněny, byl den líhnutí v modelu predikce predace vynechán.

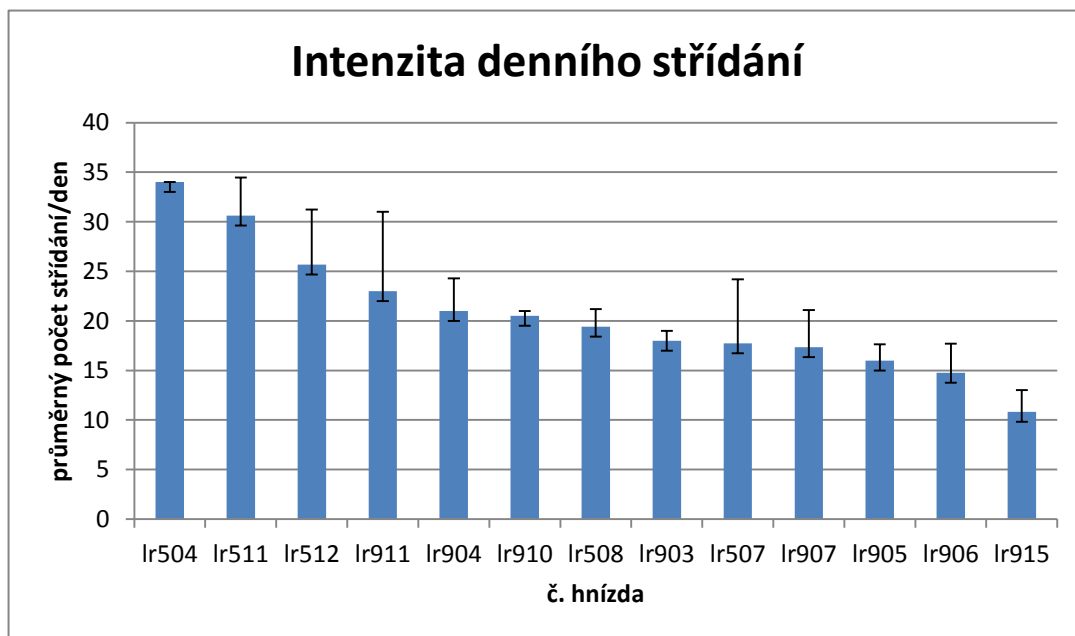


(0 = den líhnutí; 1 = jeden den před vylíhnutím; 2 = dva dny před vylíhnutím; 3 = 3 a více dní)

Obr. 2: Efekt fáze inkubace a dne líhnutí na frekvenci střídání partnerů

## Repeatabilita hnízda

Identita hnízda (repeatabilita) signifikantně ovlivnila variabilitu v intenzitě denního střídání na hnízdě (ANOVA:  $F = 7.52$ ,  $df = 12, 63$ ,  $P < 0.0001$ ) viz. obr. 3.



Obr. 3. Variabilita střídání na jednotlivých hnízdech v sumě měření pro každé hnízdo. Seřazeno sestupně. Vyneseny průměry  $\pm se$ .

## Predikce predace hnízda

Vliv míry maskování, načasování hnízdění, času věnovanému inkubaci, intenzity střídání partnerů na hnízdě a vzdálenost kulíčího hnízda od hnízda čejky chocholaté na predaci hnízd nebyl prokázán (tab. 5). Všechny faktory jsou velmi silně neprůkazné.

Tab. 5 VÝSLEDKY GLM – vliv míry maskování(maskov), načasování hnízdění (STI), doby strávené na hnízdě (sumazazn), střídání (stridani) a vzdálenost od čejky (lpw) na predaci.

prediktor	estimate	se	$\chi^2$	df	P
Maskov	0.001	0.0094	0.005	1,13	0.941
STI	0.056	0.4074	0.019	1,25	0.890
Sumazazn	<0.001	0.0004	0.226	1,11	0.635
stridani	0.016	0.0582	0.070	1,11	0.791
lpw	-0.050	0.0311	2.963	1,26	0.085

## Závislost mezi samicí a samcem (váha, kondiční index)

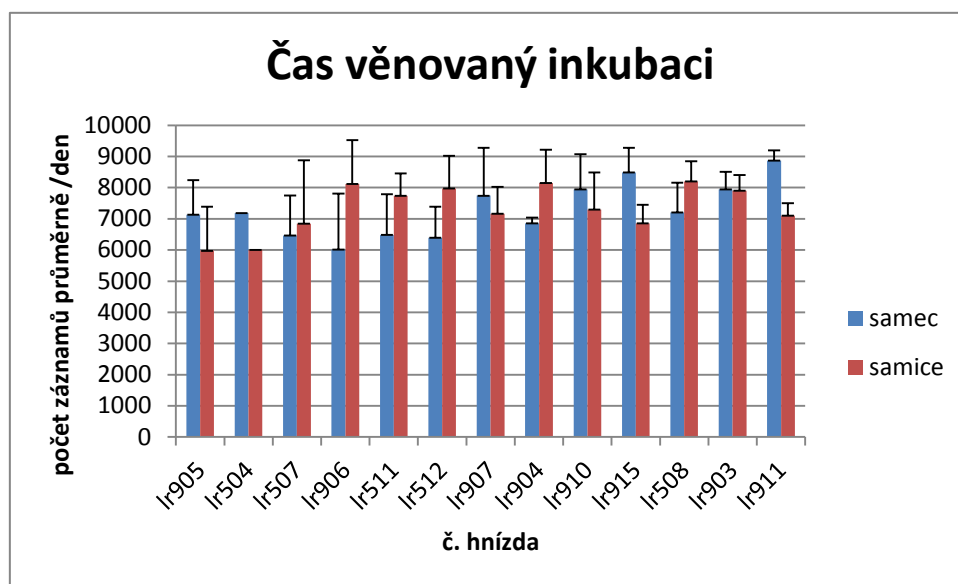
Mezi váhou samce a samice byla prokázána silná, statisticky prokazatelná korelace. Nicméně mezi kondičním indexem samce a samice žádná korelace prokázána nebyla (tab. 6)

**Tab. 6. Pearsonův korelační koeficient; korelace mezi samicí a samcem**

	r	P
<b>hmotnost</b>	0,659	0.0045
<b>kondindx</b>	0.1403	0.4084

## Čas věnovaný inkubaci

Ačkoli 7 hnízd vykazovalo vyšší účast samce na inkubaci (obr. 4), průměrný denní čas věnovaný inkubaci v rámci všech hnízd byl u obou pohlaví téměř totožný (samec = 7284,2; samice = 7333,8).



Obr. 4. Čas věnovaný inkubaci. Vyneseny průměry  $\pm$ se.

## **6. DISKUZE**

### **6.1. Načasování hnízdění**

Kulíci ve studované oblasti začínali hnízdit od 10.4. do 22.5.2014 a nejvyšší počet ptáků začal inkubovat v období druhé dekády dubna. Načasování začátku hnízdní sezony tak koresponduje s nejčasnějšími snůškami, které uvádí Hudec a kol. (2005), nicméně období sezony, kdy začalo hnízdit nejvíce ptáků, Hudec a kol. (2005) datuje o přibližně o měsíc později. To napovídá tomu, že většina kulíků hnízdících v polích patří mezi první ptáky přilétající po tahu a načasování jejich hnízdění je tak dřívější. Vzhledem k tomu, že ptáci přiletající z tahu jako první, mají výhodu ve výběru ještě neobsazených lokalit, mohl by tento předpoklad stavit polní habitat do světla atraktivnějšího prostředí pro hnízdění. Nicméně výběr habitatu může být ovlivněn i nedostatkem vypuštěných rybníků a šterkoven v okolí, takže pole představují náhradní biotop, který může být nakonec velmi ztrátový, což se ale (alespoň u vajec) nepotvrdilo. Otázkou je, zda následně nestrádají mláďata například nedostatkem potravy. To však není možné v rámci této studie zhodnotit a musí být předmětem dalšího bádání. Jiným vysvětlením je výjimečně časně hnízdění v sezoně 2014, kdy byla studie uskutečněna. To však mohou ukázat až výsledky z dalších let, v nichž bude polní populace kulíků na Českobudějovicku dále sledována.

### **6.2. Reprodukční úsilí**

Obecně platí, že velikost vajec během sezony postupně klesá, jak bylo prokázáno například u příbuzné čejky chocholaté (Salek, 1995; Skrade et Dinsmore, 2013). Naopak u kulíka písečného byl zaznamenán větší objem vajec na konci sezony (Wallander et Andersson, 2003). V této studii však nebyl vliv načasování hnízdění na reprodukční úsilí samic kulíka (průměrná velikost vejce) prokázán. To může souviset s časným načasováním hnízdění v polích. Je možné, že kulíci vytvářejí druhé nebo náhradní snůšky v jiných teritoriích (dna rybníků, šterkovny, atd.) (Jackson et al., 1994; Székely et Lessels, 1993;



Wallander et Andersson, 2003) a vzhledem k tomu se může změna ve velikosti vajec projevit až později. Sezonní trend může být také ovlivněn potravní nabídkou, která mohla být v roce 2014 vysoká a nedošlo proto k rapidnímu poklesu ve velikosti vajec snesených později v sezoně. Možným vysvětlením je však také malý vzorek hnízd, který byl v roce 2014 shromážděn a slabá síla testu, jemuž byla analýza podrobena.

### **6.3. Párování**

V této studii byla prokázána korelace mezi váhou samce a samice, což naznačuje tendenci k asortativnímu typu párování. Domněnku o asortativní typu párování potvrzuje i Cepakova et al. (2005) a Hedenstrom (1983) prokazující similaritu ve velikosti partnerů. Také byla testována preference samic pro starší samce (2 a více let), kteří mohou disponovat zkušenostmi z předchozích hnízdních sezon a tím být pro samice atraktivnější. Nicméně tato preference nebyla prokázána. Tento výsledek však může být rovněž ovlivněn malým vzorkem.

### **6.4. Inkubační rytmy**

Inkubační péče byla vcelku rovnoměrně rozdělena mezi partnery, ačkoli u některých hnízd inkuboval o něco více samec a u některých samice. Ve výsledku byl čas strávený inkubací mezi pohlavími vybalancovaný. To naznačuje podobný trend jako u několika druhů z čeledi kulíkovitých jako například u kulíka mořského, kulíka šedolícího, kulíka dlouhonohého, kulíka kanadského nebo kulíka falklandského (Amat et Masero(a), 2004; Blanken et Nol, 1998; Burns et al, 2013) a ukazuje, že ani v tomto ohledu se polní populace kulíků říčních nevyvíjí obvyklému schématu.

## 6.5. Neobvyklý habitat

Zdá se, že trend kulíků říčních obsazovat agrikulturní lokality neustále roste, ačkoli jejich přirozené prostředí při říčních březích vykazuje naprosto odlišnou skladbu podložního substrátu. Od roku 1999 do roku 2003 byl v jižních Čechách zaznamenán kulík říční hnízdící na polích; Cepáková et al. (2007) pozorovala v průměru 9 párů/sezonu hnízdících na polích v oblasti Třeboně. V roce 2014 jsme potvrdili hnízdění 27 párů kulíků říčních na polích v okolí Dívčic na Českobudějovicku. Díky tomu by se dalo přepokládat, že počet kulíků využívajících polní habitaty v jižních Čechách roste. Tento nárůst může být samozřejmě ovlivněn konkrétní oblastí a přístupností dalších prostředí, jako jsou například vypuštěné rybníky. Nicméně musíme brát v potaz, že v této studii není vyhodnocena rozloha zkoumané oblasti, čímž přicházíme o možnost srovnání populační hustoty mezi těmito studii.

Příčinou, která vedla kulíky k obsazování nových hnízdících prostředí, by mohly být úpravy vodních toků v ČR, což má za následek postupné ubývání mělkých říčních břehů, které jsou dominantním hnízdícím habitatem kulíků říčních. Následkem těchto zásahů prokázal kulík svou relativně širokou hnízdící ekologickou valenci a začal obsazovat náhradní prostředí, které splňuje základní požadavky na hnízdící biotop zahrnující zejména přehlednost a sporou vegetaci (Amat et Masero, 2004b; Gomez-Serrano et Lopez-Lopez, 2014; Koivula et Ronka, 1998). O atraktivitě polního habitatu by mohl napovídat i fakt, že je polní habitat využíván jak staršími (2 a více let), tak mladšími ptáky v relativně vyrovnaném poměru. Na kvalitu biotopu může poukazovat zejména přítomnost starších ptáků, kteří měli s největší pravděpodobností minimálně jednu hnízdící sezonu za sebou, a tudíž disponovali předchozí zkušeností s výběrem hnízdící lokality. Nabízí se i možnost, že se vraceli do stejného hnízdícího teritoria jako v předchozích letech. Jako motivace k obsazování polních habitatů se nabízí vhodná potravní nabídka. V lokalitách, kde se kulík začal vyskytovat, je množství rybníků zajišťující potravu. Taktéž pole jsou z části mokrá, tudíž lze přepokládat, že se kulík může uživit i na polních mokřinkách. Zde se nabízí otázka dalšího sledování potravního chování kulíků v polních habitatech, zejména, zda neinkubující ptáci sbírají potravu v bezprostředním okolí hnízda či zda využívají vzdálenější rybníky, kam musí od hnízda zaletovat. To může mít vliv na další atributy jako hlídání partnera a jeho varování před nebezpečím či na kondici pro případnou náhradní snůšku popř. i potravní nabídku

pro čerstvě vylíhlá kuřata, která by musela být odvedena daleko od hnízda (s rizikem strádání z nedostatku potravy a predace během přesunu).

Rovné podloží spolu s nízkou nebo žádnou vegetací, která zajišťuje inkubujícímu ptákovi lepší rozhled, může přispívat ke zmírnění predacího rizika (Amat et Masero, 2004b; Gomez-Serrano et Lopez-Lopez, 2014; Koivula et Ronka, 1998). Výběrem habitatu vzhledem k predaci hnízd se zabývala Cepáková et al. (2007), která zaznamenala ve svém čtyřsezóním výzkumu kulíků říčních v letech 1999 – 2003, 100% úspěšnost kulíků hnízdících na polních lokalitách. V rámci mého výzkumu během hnízdní sezony 2014 bylo 26 % kulíčích hnízd opuštěno a ze zbylých 74 % byla více jak polovina hnízd postižena predací. Co se týče predace, z celkových 20 neopuštěných hnízd 11 podlehl predaci. Příčinnou vyššího procenta predací na polích v sezoně 2014 může být aktuálně zvýšená aktivita predátorů v novém hnízdním prostředí kulíků. Díky tomu se kulík mohl stát častěji vyhledávanou kořistí než v předchozích letech. Tomu napovídá i poměr zpredovaných hnízd ku úspěšným (55 % predace) v sezoně 2014. Tyto hodnoty se procentuálně blíží podílu 48 % ztrát predací na rybnících podle výzkumu Cepákové et al. (2007). Tudíž by se dalo říci, že kulíci hnízdící na polích v oblasti Dívčic v sezoně 2014 podléhají přibližně stejné predaci jako kulíci, kteří hnízdili v letech 1999 - 2003 na rybnících v oblasti Třeboně.

V porovnání s tradičními habitat na říčních písčinatech a šterkovištích (Hudec a kol., 2005) jde o prostředí s vyšší/nížší/ srovnatelnou mírou predace a z tohoto hlediska má/nemá perspektivu jako atraktivní hnízdní habitat pro kulíka říčního.

## **6.6. Predikce predace a interakce mezi čejkou a kulíkem**

Velmi zajímavým aspektem spojujícím všechny lokality, na nichž jsme v sezoně 2014 pozorovali hnízdící kulíky, je přítomnost čejky chocholaté. Hnízdící čejka byla potvrzena nejen na všech polních lokalitách, ale i v lokalitě MAPE. Nasnadě je ptát se, jestli existuje nějaká hnízdní interakce mezi kulíkem říčním a čejkou chocholatou. Vliv rozmístění hnízd čejky a kulíka by mohl mít různé dopady na predacího riziko kulíčích hnízd, ať už negativní či pozitivní. Prostorové rozmístění hnízd může ovlivňovat míru úsilí vynaloženého predátory při vyhledávání kořisti. Kratší vzdálenost mezi hnízdy, ať v rámci jednoho nebo více druhů, může vést k snazšímu nalezení sousedního hnízda predátorem. Podle Andren (1991) však predacího riziko nemusí být nutně hlavním faktorem ovlivňujícím rozptýlení hnízd

v lokalitě. Pro tento výzkum je zajímavá zejména interakce v podobě ochranného antipredačního deštníku (Quinn et Uetta, 2008). Tak vznikl velmi lákavý předpoklad toho, že by kulík mohl používat čejku jako svůj antipredační deštník. Vzhledem k větší velikosti čejky a její etologii spočívající ve velmi silném agresivním antipredačním chování a obraně kolonie proti predátorům je možné, že se kulík rozhodl tohoto chování využít.

Podle dat získaných z projektu V. Kubelky a kol. bylo možno na 12 z neopuštěných hnízd (6 predace; 6 vylíhnutí) ověřit vliv blízkosti hnízda čejky na predaci kulíka. Navzdory předpokladu nebyla hypotéza o antipredačním deštníku potvrzena a blízkost čejky neměla prokazatelný vliv na predaci kulíka. Je faktem, že motivace ke sdílení stejných hnízdních lokalit může být spojená s potravní nabídkou. Jelikož se jedná o vzdáleně příbuzné druhy s relativně stejnými potravními nároky i nároky na otevřený prostor, je možné, že oba druhy pouze vyhledávají podobný typ habitatu a jejich soužití na lokalitě je čistě náhodné. Nicméně je možné, že je výsledek výzkumu ovlivněn nedostatečným počtem dat a domnívám se, že je na místě věnovat této hypotéze pozornost i nadále.

Byla zjištěna signifikantní variabilita ve střídání partnerů při inkubaci mezi jednotlivými hnízdy. Tato variabilita se mohla odrazit v míře predací rizika, proto byla zahrnuta jako prediktor do predikce predace.

Střídání na hnízdě nepochybně doprovází intenzivnější pohyb na hnízdě a v jeho bezprostřední blízkosti (zvedání se, odcházení, přicházení, atd. ). U ptáků hnízdících na zemi bylo zjištěno, že zvýšený pohyb na hnízdě, odlety, přílety apod. kladně koreluje s rizikem predace (Muchai et du Plessis, 2005; Smith et al., 2012). Vzhledem k tomu se lze domnívat, že by mohla vyšší frekvence střídání partnerů při inkubaci zvyšovat riziko predace, například upoutáním pozornosti predátora a následným upozorněním na polohu hnízda. Navíc byla prokázána repeatabilita v rámci jednotlivých hnízd. Proto jsem se rozhodla tento faktor otestovat vzhledem k predikci hnízdní predace. Nicméně tato domněnka nebyla potvrzena a statistické výsledky neprokázaly žádný vliv střídání partnerů na riziko predace.

Vzhledem k tomu, že kulík říční patří mezi druhy hnízdící na zemi, je nucen se z části spoléhat na kryptické zbarvení sebe nebo hnízda ve vztahu k ochraně hnízda proti predaci. Dalo by se přepokládat, že hnízdo má odlišnou krypsi, pokud na něm sedí inkubující pták a pokud je odkryté. V případě polního habitatu může nahnědlá barva podloží lépe korespondovat s hnědým zbarvením zad kulíků a tak zvyšovat krypsi hnízda ve chvíli přítomnosti inkubujícího rodiče. K otestování této hypotézy byl jako prediktor predace určen čas, který rodiče trávili inkubací na hnízdě. Avšak výsledky neprokázaly žádný vztah

mezi mírou hnízdní predace a časem stráveným inkubací. Tudiž přítomnost inkubujícího ptáka na hnízdě pravděpodobně nijak neovlivňuje predaci hnízda. Tato skutečnost může vést k předpokladu, že se kulík více spoléhá na krypsi odkrytého hnízda. Také lze přepokládat, že pták sedící na hnízdě může při konfrontaci s predátorem označovat polohu hnízda, a proto je výhodnější z něj odejít. To mohou potvrzovat i výsledky Cepakova et Salek (2006), podle kterých kulík odchází z 67.6 % z hnízda, pokud zaznamená predátora, a zanechává tak hnízdo odkryté. Odchod inkubujícího ptáka z hnízda však může být zapříčiněn aplikací jiných antipredačních strategií nebo prevencí vlastní predace.

Otestování vlivu míry maskování odkrytého hnízda se jeví velmi zajímavé zejména ve vztahu k polnímu habitatu. Vzhledem k rozdílnému typu podloží oproti přirozenému prostředí kulíka říčního lze předpokládat rozdílnou míru kryptise, která by mohla mít vliv na riziko predace hnízda. Vliv mikrohabitatu na riziko predace potvrzuje i Colwell et al. (2011) ve svém výzkumu kulíka mořského, kdy množství kamínků velikosti kulíčího vejce v okolí hnízda negativně korelovalo s mírou hnízdní predace. Míru maskování hnízda také může zvýšit výstelka hnízdního důlku a úprava okolí hnízda (Mayer et al., 2009). Kulíci hnízdící na polích používali zejména kamínky a kousky suché vegetace. Navzdory všem těmto předpokladům však nebyl prokázán žádný signifikantní vliv míry maskování hnízda na riziko predace. Hnízdo v lokalitě MAPE (Irs508), které disponuje kamenitým substrátem s oblázky, dosáhlo nejvyššího hodnocení z hlediska míry maskování (3.81), což může poukazovat na vyšší efekt kryptise vajec v hnízdním důlku oproti polnímu habitatu. Lze proto soudit, že kryptise hnízda není tak významným antipredačním prvkem. Tento závěr potvrzuje i Cepakova et Salek (2006), kteří se domnívají, že ačkoli je kryptise součástí antipredační strategie kulíků, nemusí být tak efektivní jako jiné prvky antipredačního chování, kupříkladu falešná inkubace apod. Výsledek mohl být také zčásti ovlivněn metodikou hodnocení maskování. Nelze popřít, že ptačí predátoři mají poněkud odlišné vizuální dispozice než člověk (posun do UV spektra). Vzhledem k tomu, že u zpredovaných hnízd nebyl určen typ predátora, který snůšku zlikvidoval, je možné, že kryptise hnízda měla nižší účinek při predaci savčím predátorem, který se řídí více čichem než zrakem.

Vzhledem k tomu, že žádný ze zvolených prediktorů nevykázal statisticky prokazatelný vliv na predaci, lze se domnívat, že přežití snůšky kulíka určuje hlavně menší velikost a celková nenápadnost druhu. Jak dospělci, tak hnízdo, vejce i kuřata se vyznačují relativně malou velikostí. Vysoký energetický výdej predátora na nalezení hnízda neodpovídá energetické hodnotě kořisti. Díky tomu se stávají z hlediska cost - benefits pro predátora méně

zajímavými. Proto je možné, že část predátorů likvidujících hnízda kulíků na ně narazilo víceméně náhodou v souladu s hypotézou incidentální predace (Vickery et al., 1994)

### **6.7. Opuštění hnízda a opakované hnízdění**

Nejenom predace byla příčinou hnízdního neúspěchu. Celých 26 % z nalezených hnízd bylo opuštěno. Opuštění hnízda mohlo být způsobeno nekomfortem během inkubace, který mohl být důsledkem náhlého nárůstu disturbance ze strany člověka, přílišnou traumatizací hnízdícího páru způsobenou odchytem, predací jednoho nebo obou partnerů, popřípadě dalšími neznámými faktory. Vzhledem k tomu, že u kulíka říčního je vcelku běžné vytváření náhradních snůšek (Cramp et Simons, 1983; Hudec a kol., 2005), bylo pro ptáky pravděpodobně výhodnější investovat energii do vytvoření další snůšky. Nicméně v průběhu výzkumu nebylo zjištěno žádné opětovné hnízdění, a proto nelze v této studii větší množství snůšek za sezonu potvrdit. Nicméně tento výsledek může být ovlivněn změnou teritoria hnízdícího páru, spolu s možnou výměnou partnerů (Jackson et al., 1994; Pakanen et al., 2014; Székely et Lessels, 1993 ), což mohlo zkomplikovat nalezení dalších snůšek. Nelze však ani vyloučit predaci některých dospělých kulíků ptačími predátory (dravci a sovy).

## 7. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala hnízdní ekologií a biologií kulíka říčního v nově popsaném polním habitatu.

- Byl prokázán rozdíl mezi hnízdy ve frekvenci střídání partnerů během inkubace svědčící individualitě střídání hnízda ve střídání partnerů
- Inkubační péče byla relativně rovnoměrně rozdělena mezi partnery
- Byla prokázána korelace mezi váhou samce a samice, což naznačuje asortativní typ párování
- Nebyla prokázána preference samic ve výběru starších samců
- V této studii nebyl prokázán vliv načasování hnízdění ani kondice na reprodukční úsilí samic (průměrný objem vejce)
- Následkem hnízdní predace bylo 11 z 21 hnízd neúspěšných. Ztráty důsledkem predace se tak rovnaly asi polovině z hodnocených hnízd
- Žádná z testovaných proměnných nebyla statisticky prokázána jako prediktor predace
- Hypotéza o čejce chocholaté jako antipredačnímu ochrannému deštníku nebyla potvrzena
- V průměru polní populace vykazuje velmi podobné parametry jako populace hnízdící v tradičních habitatech (pískovny, říční břehy, atd.). Časnější zahnízdění může být artefakt roku popř. může jít o důležitý ukazatel polní populace, který může sehrávat významnou roli v dynamice hnízdní populace v dalších letech.
- Objevila se celá řada dílčích otázek a hypotéz, které mohou být v dalších letech testovány na větším vzorku hnízd: výčet příkladů (načasování, odlety za potravou, sousedství čejky, atd.)

## 8. SEZNAM LITERATURY

- Amat, J. A., Masero, J. A. 2009. Belly-soaking: a behavioural solution to reduce excess body heat in the Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. JOURNAL OF ETHOLOGY. 27 (3). 507-510
- Amat, J. A., Masero, J. A. 2004a. How Kentish plovers, *Charadrius alexandrinus*, cope with heat stress during incubation. BEHAVIORAL ECOLOGY AND SOCIOBIOLOGY. 56 (1). 26-33
- Amat, J. A., Masero, J. A. 2004b. Predation risk on incubating adults constrains the choice of thermally favourable nest sites in a plover. ANIMAL BEHAVIOUR. 67. 293-300
- Andren, H. 1991. Predation – an overrated factor for over-dispersion of birds nests. ANIMAL BEHAVIOUR. 41 (6). 1063-1069
- Arnold, T. W. 1999. What limits clutch size in waders?. JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY. 30 (2). 216-220
- Baudains, T. P., Lloyd, P. 2007. Habituation and habitat changes can moderate the impacts of human disturbance on shorebird breeding performance. ANIMAL CONSERVATION. 10 (3). 400-407
- Berg, A. 1996. Predation on artificial, solitary and aggregated wader nests on farmland. OECOLOGIA. 107 (3). 343-346
- Blanken, M. S., Nol, E. 1998. Factors affecting parental behavior in Semipalmated Plovers. AUK. 115 (1). 166-174



- Blomqvist, D., Wallander, J., Andersson, M. 2001. Successive clutches and parental roles in waders: the importance of timing in multiple clutch systems. *BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY*. 74 (4). 549-555
- Burns, F., McCulloch, N., Dos Remedios, N., Bolton, M., Szekely, T. 2013. Sex differences in incubation behaviour but not mortality risk in a threatened shorebird. *IBIS*. 155 (4). 877-880
- Cepakova E., Albrecht T., Cepak J., Salek M. 2005. Role of body size and melanin-based ornaments in pair formation of the Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*). *Disertační práce, PřFUK*. 35-42
- Cepakova E., Salek M., Cepak J., Albrecht T. 2007. Breeding of Little Ringed Plovers *Charadrius dubius* in farmland: do nests in fields suffer from predation?. *BIRD STUDY*. 54. 284-288
- Colwell, M. A., Meyer, J. J., Hardy, M. A., Mcallister, S. E., Transou, A. N., Levalley, R. R., Dinsmore, S. J. 2011. Western Snowy Plovers *Charadrius alexandrinus nivosus* select nesting substrates that enhance egg crypsis and improve nest survival. *IBIS*. 153 (2). 303-311
- Cramp, S. et Simmons, K.E.L. (eds) 1983. *Birds of the Western Palearctic*, Vol. 3. Oxford University Press, Oxford. 113-129
- 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 (2). 263-272
- Fojt E., Triplet P., Jean-Claude R., Stillman R. A. 2000. Comparison of the breeding habitats of Little Ringed Plover *Charadrius dubius* and Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* on a shingle bed. *BIRD STUDY*. 47. 8-12

- Gomez-Serrano, M. A., Lopez-Lopez, P. 2014. Nest Site Selection by Kentish Plover Suggests a Trade-Off between Nest-Crypsis and Predator Detection Strategies. PLOS ONE. 9 (9). e107121
- Hedenstrom, A. 1987. Assortative mating in the Little ringed plover *Charadrius dubius*. ORNIS SCANDINAVICA. 18 (4). 325-327
- Hegyi, Z., Sasvari, L. 1997. Costs and benefits of interspecific coloniality in breeding waders. FOLIA ZOOLOGICA. 46 (4). 303-314
- Hudec K., Šťastný K. a kol. 2005. Ptáci I. Fauna ČR a SR. ISSN 0430-120X. 457-465
- Jackson, D.B. 1994. Breeding dispersal and site-fidelity in 3 monogamous wader species in the western isles, UK. IBIS. 136 (4). 463-473
- Kis, J., Liker, A., Szekely, T. 2000. Nest defence by lapwings: Observations on natural behaviour and an experiment. ARDEA. 88 (2). 155-163
- Koivula, K., Ronka, A. 1998. Habitat deterioration and efficiency of antipredator strategy in a meadow-breeding wader, Temminck's stint (*Calidris temminckii*). OECOLOGIA. 116 (3). 348-355
- Kosztolanyi, A., Cuthill, I. C., Szekely T. 2009. Negotiation between parents over care: reversible compensation during incubation. BEHAVIORAL ECOLOGY. 20 (2). 446-452
- Kosztolanyi, A., Javed, S., Kupper, C., Cuthill, I. C., Al Shamsi, A., Szekely, T. 2009. Breeding ecology of Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* in an extremely hot environment. BIRD STUDY. 56. 244-252.
- Kubelka, V., Sladeczek, M., Salek, M. 2014. Inter-specific nest scrape reuse in waders: Little Ringed Plovers taking over the nestscrapes of Northern Lapwings. BIRD STUDY. 61 (2). 282-286

- Larsen, T., Grundetjer, S. 1997. Optimal choice of neighbour: predator protection among tundra birds. *JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY*. 28 (4). 303-308
- Larsen, T., Sordahl, T. A., Byrkjedal, I. 1996. Factors related to aggressive nest protection behaviour: A comparative study of Holarctic waders. *BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY*. 58 (4). 409-439
- MacDonald, M. A., Bolton, M. 2008. Predation on wader nests in Europe. *IBIS*. 150. 54-73
- Mayer, P. M., Smith, L. M., Ford, R. G., Watterson, D. C., McCutchen, M. D., Ryan, M. R. 2009. Nest construction by a ground-nesting bird represents a potential trade-off between egg crypticity and thermoregulation. *OECOLOGIA*. 159 (4). p. 893-901
- Meissner W. 2007. Ageing and sexing the curonicus subspecies of the Little Ringed Plover *Charadrius dubius*. *Bulletin*. 113.
- 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 (2). 110-116
- Nguyen, L. P., Abraham, K. F., Nol, E. 2006. Influence of Arctic Terns on survival of artificial and natural Semipalmated Plover nests. *WATERBIRDS*. 29 (1). 100-104
- Opermanis O. 2000. Nest site selection and hatching success of Little Ringed Plover *Charadrius dubius* at the coast of Gulf of Riga, eastern Baltic Sea. *ORNIS SVECICA*. 10. 25–31
- Olson, V. A., Liker, A., Freckleton, R. P., Szekely, T. 2008. Parental conflict in birds: comparative analyses of offspring development, ecology and mating opportunities. *PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B-BIOLOGICAL SCIENCES*. 275 (1632). 301-307

- Pakanen, V. M., Ronka, N., Thomson, R. L., Koivula, K. 2014. Informed reneating decisions: the effect of nest predation risk. *OECOLOGIA*. 174 (4). 1159-1167
- Quinn, J. L., Ueta M. 2008. Protective nesting associations in birds. *Ibis*. 150 (1). 146-147
- Salek, M., Cepakova, 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
- Seymour, A. S., Harris, S., Ralston, 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 (1). 39-46
- Skrade, P. D. B., Dinsmore, S. J. 2013. Egg-size investment in a bird with uniparental incubation by both sexes. *CONDOR*. 115 (3). 508-514
- Smith, P. A., Gilchrist, H. G., Smith, J. N. M. 2007. Effects of nest habitat, food, and parental behavior on shorebird nest access. *CONDOR*. 109 (1). 15-31
- Smith, P. A., Tulp, I., Schekkerman, H., Gilchrist, H. G., Forbes, M. R. 2012. Shorebird incubation behaviour and its influence on the risk of nest predation. *ANIMAL BEHAVIOUR*. 84 (4). 835-842
- Smith, R. D., Whittfield, D. P. 1995. Renesting by male Dotterel *Charadrius morinellus* after successfully rearing chicks. *BIRD STUDY*. 42. 174-175
- St Clair, J. J. H. , Garcia-Pena, G. E., Woods, R. W., Szekely, T. 2010. Presence of mammalian predators decreases tolerance to human disturbance in a breeding shorebird. *BEHAVIORAL ECOLOGY*. 21 (6). 1285-1292

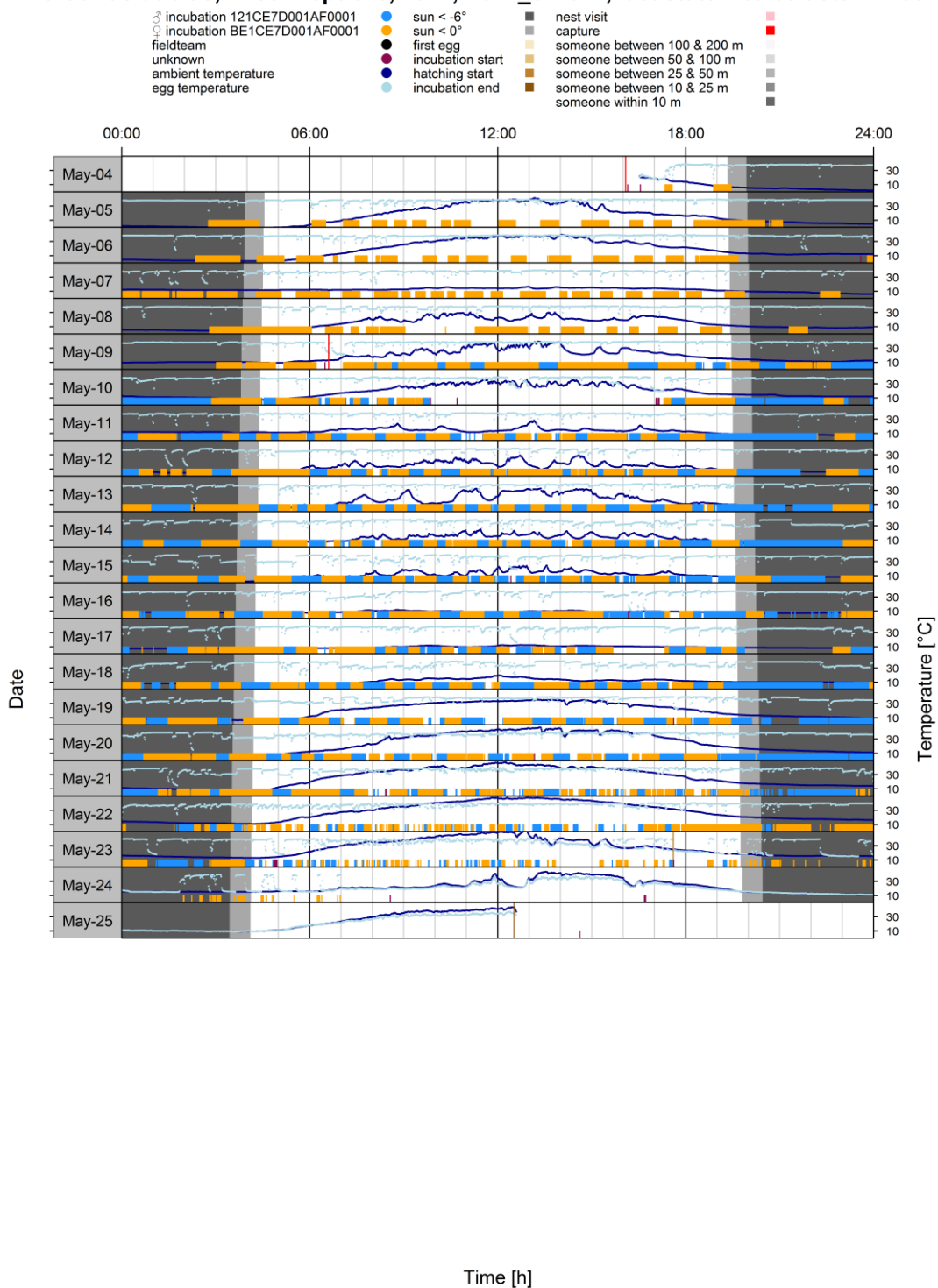
- St Clair J. J. H., Herrmann P., Woods R. W., Székely T. 2010. Female-biased incubation and strong diel sex-roles in the Two-banded Plover *Charadrius falklandicus*. JOURNAL OF ORNITHOLOGY. 151 (4). 811-816
- Stenzel, L. E., Page, G. W., Warriner, J. C., Warriner, J. S., Neuman, K. K., George, D. E., Eyster, C. R., Bidstrup, F. C. 2011. Male-skewed adult sex ratio, survival, mating opportunity and annual productivity in the Snowy Plover *Charadrius alexandrinus*. IBIS. 153 (2). 312-322
- Székely, T., Karsai, I., Williams, T. D. 1994. Determination of clutch-size in the Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. IBIS .136 (3). 341 – 348
- Székely, T., Lessells, C.M. 1993. Mate chase by Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. ORNIS SCANDINAVICA. 24 (4). 317-322
- Székely T, Reynolds J. D. 1995. Evolutionary transitions in parental care in shorebirds. PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B-BIOLOGICAL SCIENCES. 262 (1363). 57-64
- Šálek M. 1995. Změny velikosti snůšek a vajec u čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v průběhu sezóny. Sylvia. 31. 16-25
- van Paassen, A.G., Veldman, D.H., Beintema, A.J. 1984. A simple device for determination of incubation stages in eggs. Wildfowl. 35. 173–178.
- Cuthill, I. C., Bennett A.T.D. 1994. Ultraviolet vision in birds: What is its fiction?. 34 (11). 1471–1478
- Vincze O., Székely T., Kupper C., AlRashidi M., Amat J.A., Arguelles Tico A., Burgas D., Burke T., Cavitt J., Figuerola J., Shobrak M., Montalvo T., Kosztolanyi, A. 2013. Local Environment but Not Genetic Differentiation Influences Biparental Care in Ten Plover Populations. PLoS ONE 8(4). e60998

- Wallander, J. & Andersson, M. 2003. Reproductive tactics of the ringed plover *Charadrius hiaticula*. *J. Avian Biol.* 34. 259–266.
- Whittingham, M. J., Percival, S. M., Brown, A. F. 2002. Nest-site selection by golden plover: why do shorebirds avoid nesting on slopes?. *JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY*. 33 (2). 184-190

## 9. Příloha

### 9.1. Kompletní záznam RFID

**Charadrius dubius, Czech republic, 2014, Ir511\_cz2014, last state = to be determined**

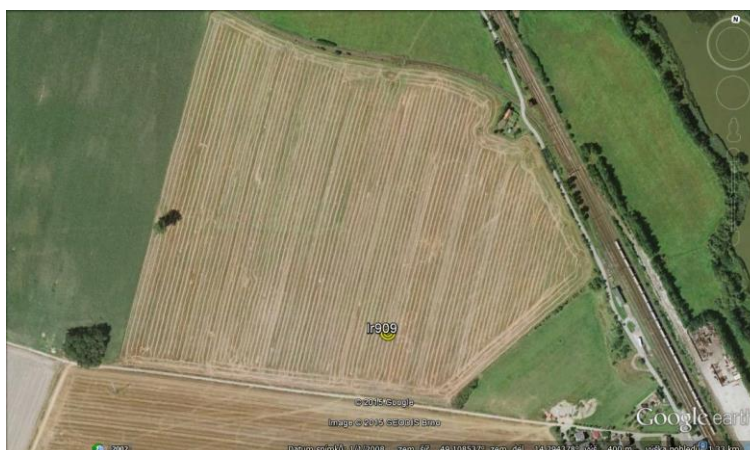


Obr. 5. Aktogram RFID a MSR záznamů z hnízda Ir 511

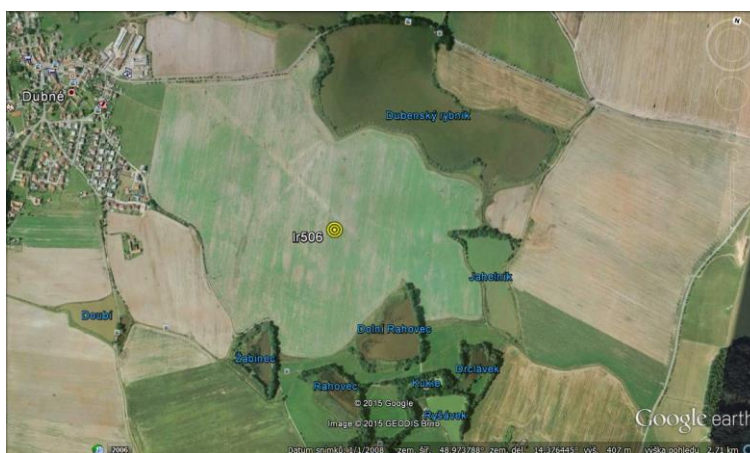
## 9.2. Rozmístění hnízd kulíka říčního v polních lokalitách



Obr.6. Češnovice



Obr. 7. Dívčice

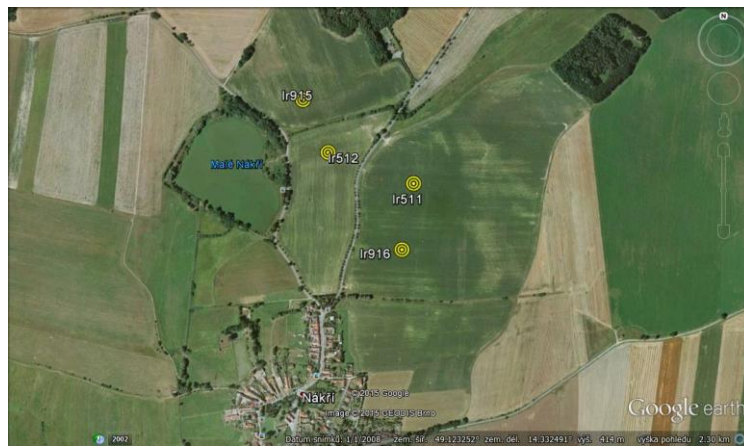


Obr.8. Dubné





Obr.9. Haklovy Dvory



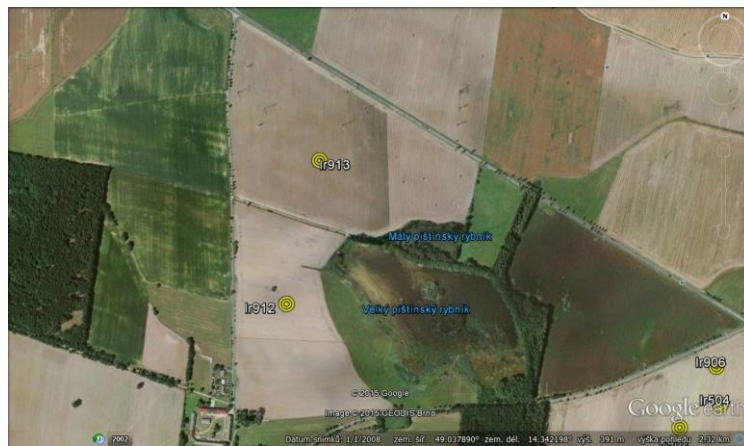
Obr. 10. Nakří (zprava Nakří\_1, Nakří\_2, Nakří\_3)



Obr. 11. Pištín



Obr. 12. Sedlecký Dvůr



Obr. 13. Suchá

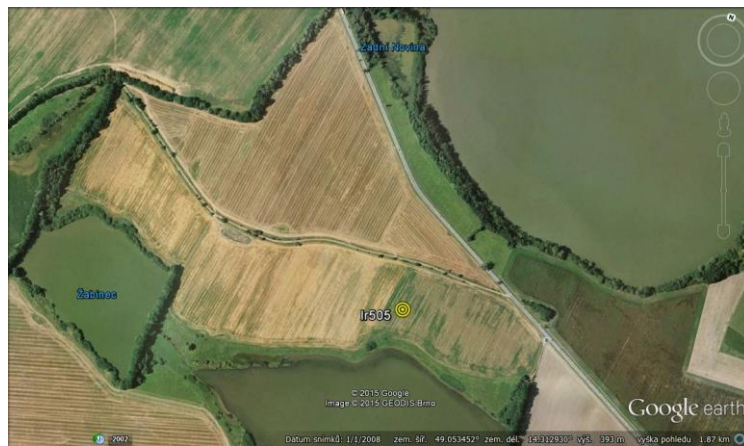


Obr. 14. Vyšatov





Obr. 15. Zavadička



Obr. 16. Knižecí

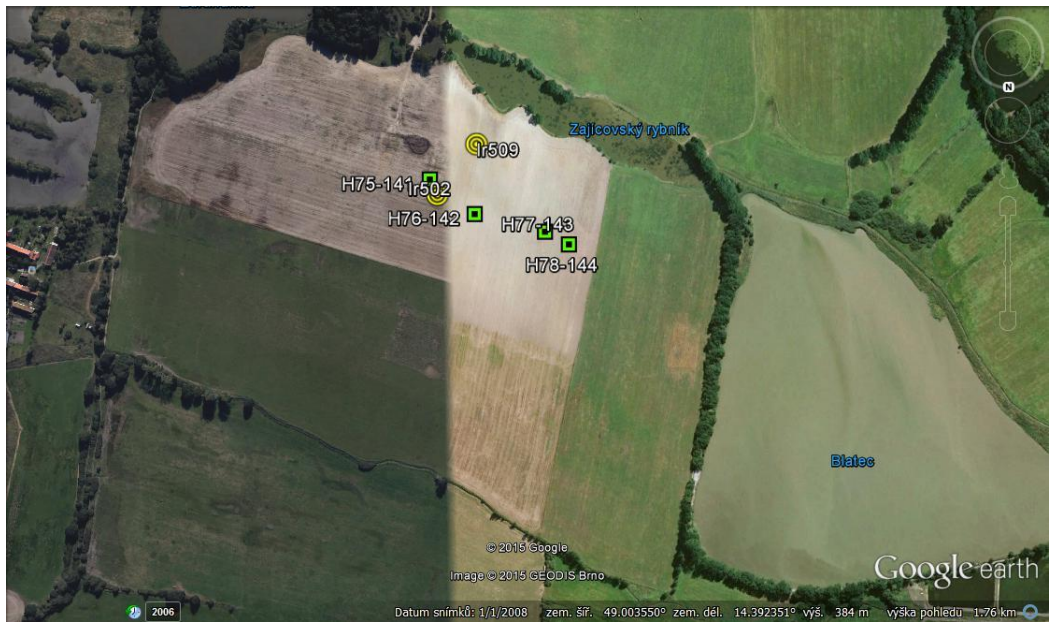
### 9.3. Rozmístění hnízd kulíka říčního a čejky chocholaté



Obr. 17. Češnovice (Ir504; Ir902)



Obr. 18. Dívčice (lr909)



Obr. 19. Haklovy Dvory (lr502; lr509)





Obr. 20. Haklovy Dvory (Ir510)



Obr. 21. Knížecí (Ir505)



Obr. 22. Zavadička (Ir903; Ir904; Ir905)



Obr. 23. Vyšatov (Ir501; Ir603; Ir901)





Obr. 24. Vyšatov (Ir910)



Obr. 25. Vyšatov (Ir911)



### 9.3. Hodnocení míry krypse



Obr. 26. VZOR – velmi nápadné (1)



Obr. 27. VZOR – nápadné (2)



Obr. 28. VZOR – nenápadné (3)



Obr. 29. VZOR - „téměř neviditelné“ (4)



Obr. 30. HODNOCENÍ 1 (Ir902)



Obr. 31. HODNOCENÍ 2 (Ir505)





Obr. 32. HODNOCENÍ 3 (lr915)



Obr. 33. HODNOCENÍ 3,47 (lr502)



Obr. 34 Hnízdo s nejvyšším hodnocením 3, 79 (lr508) lokalita MAPE



## 9.4. Terénní práce



Obr. 35. Sklapovací past připravena na hnízdě



Obr. 36. Fotodokumentace vajec



Obr. 37. Foto z profilu



Obr. 38. Foto zepředu





Obr. 39. Fotodokumentace křídla



Obr. 40. Hnízdo s RFID a MSR



Obr. 41 Hnízdo ve stopě po zvěři