

ČESKÁ ZEMĚDELSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Termoregulačné role hniezdnej výstelky kulíka riečneho

Vedúci práce: prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Konzultant: Mgr. Martin Sládeček

Diplomant : Bc. Izabela Ráczová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Izabela Ráczová

Ochrana přírody

Název práce

Termoregulačné role hniezdnej výstelky kulíka riečneho

Název anglicky

Termoregulatory roles of scrape nest little ringed plover

Ciele práce

Cieľom práce je zistiť termoregulačné role v hniezdení kulíka riečneho. Budeme vyhodnocovať vzťahy, ktoré vznikli na základe metodických zistení. Konkrétne budeme riešiť tieto vzťahy:

- vzťah medzi výstelkou a teplotou prostredia.
- vzťah medzi vajíčkami a výstelkou
- vzťah medzi vajíčkami a dnom hniezda
- vzťah medzi teplotou medzi vajíčkami

Metodika

Práca bude založená na metodickom postupe, ktorý bude opakovane vykonávaný na každej výstelke. Pokus je založený ako simulácia inkubácie vajíčok kulíka riečneho v chladnom prostredí. Vajíčka v pokuse budú použité vždy 4 ks. Každé vajíčko musí byť spracované, to znamená, zmeraná dĺžka, šírka, hmotnosť, foto A, foto B, očíslované. Budeme používať 4 data loggery (1,13,6,21), umiestnenie loggerov (pod výstelkou, nad výstelkou, vo vajíčkoch 1 a 2, teplota v chladničke). Pripravíme výstelku, ktorú zvažíme. Nасыпeme do jamky tak, aby jeden senzor z data loggeru bol na spodku jamky a jeden na vrchu výstelky. Výstelka už takto spracovaná sa dá do chladničky. Potom si poskladáme výhrevné teleso (polystyrén, ryža, dvierka), zapneme na 50 °C. Čakáme 30 minút, kým sa teplota ustáli. Vyberieme si 5 minút pred ustálením teploty z chladničky jamku s výstelkou, umiestnime do nej vajíčka a spustíme data loggery. Experiment bude prebiehať 1,5 hod v chladničke. Následne stiahneme data z data loggerov a výhrevného telesa a pokus opakujeme.

Doporučený rozsah práce

x

Klíčová slova

výstelka, teplota, vajíčka, hnízdo, kulík riečny

Doporučené zdroje informací

- Carroll JM, Davis CA, Elmore RD, Fuhlendorf SD. (2015). A Ground-Nesting Galliform's Response to Thermal Heterogeneity: Implications for Ground-Dwelling Birds. PLoS ONE 10(11): e0143676.
- Cooper, C. B. & Voss, M. A. . (2013). Avian Incubation Patterns Reflect Temporal Changes in Developing Clutches. PLoS one, 8(6), e65521.
- Cresswell W, Holt S, Reid JM, Whitfield DP, Mellanby RJ, Norton D,. (2004). The energetic costs of egg heating constrain incubation attendance but do not determine daily energy expenditure in the pectoral sandpiper. Behavioral Ecology Vol. 15 No. 3, 498–507.
- Cresswell W, Holt S, Reid JM, Whitfield DP, Mellanby RJ. (2003). Do energetic demands constrain incubation scheduling in a biparental species? Behavioral Ecology Vol. 14 No. 1, 97–102.
- Goodfellow, P. (2011). Avian Architecture: How Birds Design, Engineer, and Build. (M. Hansell, Ed.) Princeton: Oxford: Princeton University Press.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

x

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2019

Prehlásenia autora DP

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne pod vedením prof. Dr. Mgr. Miroslava Šálka a konzultanta Mgr. Martina Sládečka. Uviedla som všetky literárne pramene, z ktorých som čerpala.

Prehlasujem, že vytlačená verzia sa zhoduje s verziou odovzdanou cez Univerzitný informačný systém.

V Prahe 16.4.2019

Pod'akovanie

Týmto by som chcela poďakovať profesorovi Šálkovi, za príležitosť a vedenie diplomovej práce. Ďakujem za čas a možnosti, ktoré som dostala. Ďalej by som sa rada poďakovala Lucii Peškovej za spoluprácu v laboratóriu a Mgr. Martinovi Sládečkovi za pomoc pri analýze dát a celému tímu profesora Šálka za spoluprácu.

Abstrakt

Kulík riečny (*Charadrius dubius*) je malý vtáčí druh, ktorý sa zaraďuje medzi bahniaky z čeľade kulíkovitých. Bahniaky sú známe tým, že hniezdia na zemi. Svoje hniezda vystielajú rôznym materiálom z okolia hniezd, avšak rola tejto výstelky nie je zatiaľ úplne jasná. Z týchto dôvodov sa riešili termoregulačné vlastnosti výstelky, teda hlavne ochladzovanie vajec počas inkubácie v závislosti na veľkosti výstelky odobranej z hniezda po ukončení hniezdneho pokusu. Počas rokov 2016 – 2018 sa zozbieralo 68 výsteliak z hniezd kulíka riečneho (*Charadrius dubius*) z Českobudějovickej oblasti v južných Čechách. Testovali sa dve hlavné hypotézy, a to konkrétne, či 1) teplota vo vajciach bude vyššia čím väčšia bude výstelka a 2) existujú rozdiely medzi teplotami, ktoré vzniknú medzi vajcami a medzi teplotou, ktorá sa nachádza na spodku výstelky počas inkubácie. Porovnával sa aj typ výstelky, skúmala sa úloha v ohrievaní resp. ochladzovaní vajec pri inkubácii. Výsledky ukazujú, že ohrievanie vajčiek je závislé na objeme výstelky, čím štúdia potvrdila termoregulačné funkcie hniezdnej výstelky u kulíka riečneho.

Kľúčové slová:

výstelka, teplota, vajcia, hniezdo, kulík riečny

Abstract

The Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*) is a small bird, that belongs to the shorebirds of the Charadriidae family. Shorebirds are known to nest on the ground. They make their nests with different materials around the nest area, however the role of the scrape nest is not yet clear. For these reasons we have measured the thermoregulatory effects of the lining, mainly the cooling of eggs during incubation depending on size of the lining taken from the nest after the breeding experiment. During the years 2016 - 2018 were collected 68 linings from the nests of the Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*) from the České Budějovice area. Two major hypotheses have been tested, if 1) the temperature in the eggs will be higher the larger the lining and 2) there will be differences between the temperatures that arise between the eggs and the temperature at the bottom of the lining during incubation. The type of lining was also compared and the role of heating or more precisely cooling of eggs during incubation was studied. The results show that the heating of the eggs depends on the volume of the lining, whereby the study confirmed the thermoregulatory functions of the nesting lining of the Little Ringed Plover.

Key words:

lining, temperature, eggs, nest, little ringed plover

Obsah	
1. Úvod.....	8
2. Ciele práce.....	9
3. Metodika	10
3.1. Postup laboratórneho pokusu	10
3.2. Spracovanie a vyhodnotenie dát	12
4. Rešerš.....	13
4.1. Hniezdo	13
4.2. Lokalita.....	14
4.3. Umiestnenie hniezd bahniakov.....	15
4.4. Kulík riečny (<i>Charadrius dubius</i>)	15
4.5. Typ hniezda	17
4.6. Rastliny a ostatné materiály použité v hniezdach	18
4.7. Inkubácia	19
4.8. Telesná teplota vtákov	21
4.9. Predácia.....	23
4.10. Kamufláž.....	24
5. Výsledky	26
6. Diskusia	29
7. Záver a prínos práce.....	34
8. Použité zdroje	35

1. Úvod

Vtáky stavajú hniezda z viacerých dôvodov. Predpokladá sa, že vtáky si vyberajú hniezdiská, ktoré spĺňajú dve hlavné funkcie: poskytnúť bezpečie pre vajíčka a inkubáciu dospelých a poskytnutie vhodnej mikroklímy na inkubáciu (Amat & Masero, 2004). Jednoducho hniezda slúžia, aby vajcia ostali spolu alebo aby sa neodkotúľali z hniezda. Hniezdo môže poskytovať aj ochranu pred predáciou (Tulp, 2012).

Vtáky vo všeobecnosti trávajú veľmi málo času v budovaní hniezd. Prevažne hniezda slúžia ako kontajner na vajcia. Mnohé z nich poskytujú aj bezpečný domov pre výchovu kurčiat, ale len vo výnimočných prípadoch mimo obdobia rozmnožovania. Takže vo väčšine prípadov je život hniezda len pár týždňov. Hniezda môžu byť elegantne postavené, a aj napriek tomu môžu spĺňať účel, ktorý je všeobecne krátky. (Goodfellow, 2011).

Kvalitu inkubácie ovplyvňuje reprodukčný úspech u druhov, ktoré sa starajú o vajcia. Hniezdiace podmienky ovplyvňujú rast vtáčieho embrya, prežitie, hmotnosť mláďat a následné správanie a plodnosť potomstva (Cooper, 2013). Regulácia teploty vajec počas inkubácie môže byť energeticky náročná. Je potrebné udržiavať teplotu na primeranej hodnote, aby sa zabezpečil vývoj embryí (Tulp, 2012).

V našej práci sme sa zamerali na konkrétny druh kulíka riečneho (*Charadrius dubius*). Kulík patrí medzi bahniaky, ktoré majú v Európe veľmi rozsiahly areál výskytu (BirdLife International, 2015). Kulíci si stavajú hniezda na zemi, vytvárajú malé depresie, do ktorých kladú vajíčka. V tomto prípade je nevyhnutná kamufláž. Hniezdo, vajcia a mláďatá sú prispôbené, tak aby splývali so zemou (Goodfellow, 2011). Mnohé bahniaky žijú v lokalitách, kde nie je žiadny alebo len malý úkryt (Amat & Masero, 2004). Kulík pridáva do hniezda rôzny materiál z okolia hniezda. Doposiaľ nie je jasné, či môže mať toto chovanie význam z hľadiska termoregulácie hniezda.

2. Ciele práce

Cieľom práce bolo zistiť termoregulačné role v hniezdení kulíka riečneho (*Charadrius dubius*). Konkrétne sa riešili tieto vzťahy:

- vzťah medzi výstelkou a teplotou prostredia.
- vzťah medzi vajcami a výstelkou
- vzťah medzi vajcami a dnom hniezda
- vzťah medzi teplotou medzi vajcami

3. Metodika

3.1. Postup laboratórneho pokusu

Diplomová práca bola vypracovaná na základe nasledovného metodického postupu, podľa ktorého boli všetky pokusy opakovane vykonávané.

Vajcia v pokuse boli použité vždy 4 ks, používali sme vajčká prepelice čínskej. U každého vajca bola zmeraná dĺžka, šírka, hmotnosť, bola vytvorená fotografia a vajca boli očíslované. Následne sa spustili štyri data loggery a zaznamenali sa umiestnenia jednotlivých data loggerov v experimente (pod výstelkou, nad výstelkou, vo vajci 1 a 2 + zaznačil sa aj senzor A/B, vonkajšia teplota).

Hniezdna výstelka bola spracovaná na základe zozbieraných materiálov z terénu v okolí Českobudějovických rybníkov v južných Čechách v rokoch 2016-2018. Po odbere, do okamžiku experimentu boli vzorky uskladnené na chladnom mieste uzatvorené v igelitových vreckách. Výstelka bola zvážená, odmeraný objem v odmernom valci, zapísané informácie o mieste odberu vzorky a nakoniec odfotená. Výstelka bola rozdelená do 3 skupín materiálov, a to vegetácia, kamienky a hlina/ostatné nečistoty. Na základe celkovej výstelky, ktorá bola rozložená na kruhovom papieri, sa určilo približné percentuálne zastúpenie konkrétnych materiálov vo vzorkách (obrázok 1).

Vybrali sme 4 náhodné vajcia na pokus, do 2 sa umiestnili data loggre. Následne sa pripravila výstelka, ktorá sa nasypala do jamky tak, aby jeden senzor z data loggru bol na spodku jamky a jeden na vrchu výstelky. Výstelka už takto spracovaná sa dala do chladu, priemerná teplota v chladničke sa pohybovala od 7-10 °C. Stanovená teplota výhrevného telesa (obrázok 4) bola 50 °C, čakalo sa 30 minút, kým sa teplota ustálila. Pred ustálením teploty sa na výstelku umiestnili vajcia aj s data loggrami.

Data loggery bolo nutné lepiacou páskou prilepiť, kvôli lepšej izolácii a aj manipulácii (obrázok 3). Priamo v chladničke sa poskladalo výhrevné teleso (polystyreny, telo umelého vtáka) (obrázok 2). Nakoniec sa zaťažil celý vrch. Čas experimentu, ktorý prebiehal v chladničke bol 1,5 hodiny. Po pokuse sa zozbierali data, výstelka sa uchovala a uskladnila.



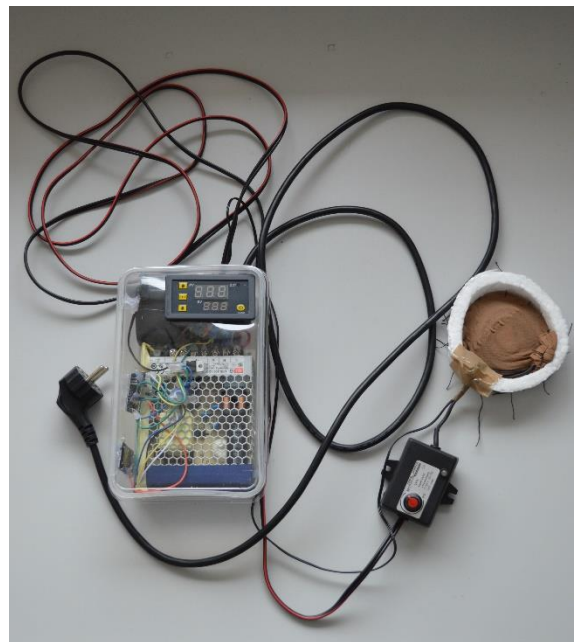
Obrázok 1 Vzorka výstelky



Obrázok 2 Celý výhrevný umelý vták



Obrázok 4 Vajcia v jamke s výstelkou



Obrázok 3 Výhrevné teleso a súčasti

3.2. Spracovanie a vyhodnotenie dát

Všetky analýzy a výpočty boli analyzované v štatistickom programe R (verzia 3.5.3.). Pri štatistickom spracovaní bol použitý lineárny štatistický model a Pearsonova metóda. Pearsonova metóda sa použila z dôvodu, že znázorňuje štatistickú závislosť dvoch kvantitatívnych veličín. Korelačný koeficient pri tejto metóde je veľmi ovplyvnený odľahlými metódami a berie v úvahu mieru vzájomnej väzby medzi veličinami.

Pre lepšie zhodnotenie výsledkov pre variabilitu sme uviedli aj priemerné hodnoty, minimum, maximum, medián s presnosťou na 2 desatinné miesta, smerodajnú odchýlku (SE), uvádzanú s presnosťou na 3 desatinné miesta. Pri zobrazovaní výsledkov sme uviedli koeficient determinancie (R^2), štatistickú hodnotu (F) a odhad (Estimate).

4. Rešerš

4.1. Hniezdo

Hniezda, ktoré vtáky stavajú, sa líšia veľkosťou, materiálmi a dizajnom. Hniezdo je závislé a prispôbené biotopu, v ktorom sa vtáky snažia prežiť a rozmnožovať. Je to architektonická schopnosť vtákov stavať rôzne typy hniezd, ktoré im umožnili diverzifikovať sa do mnohých biotopov - z púšte do Antarktídy, z vysokých stromov do podzemia, z otvoreného terénu na vodu (Goodfellow, 2011).

Ak je budovanie hniezda energeticky nákladné, výber by mal uprednostniť voľbu zo stratégií hniezdenia, ktoré znižujú čas a energiu investovanú do výstavby hniezd. Takéto stratégie môžu zahŕňať opätovné použitie alebo renováciu starých hniezd alebo výber hniezdných lokalít, ktoré znižujú vzdialenosť k množstvu materiálu potrebného na dokončenie hniezda. (Gauthier, 1993) Napriek tomu, že budovanie hniezda u bahniakov nie je náročné, sa opakované použitie hniezd vyskytuje aj medzi bahniakmi. (Amat, Fraga, & Arroyo, 1999)

Budovanie hniezda si vyžaduje značné výdavky na energiu a je bežné, že mnohí vtáci robia 1000 alebo viac ciest na zber a privedenie všetkých potrebných materiálov. Očakáva sa preto, že prirodzený výber môže všeobecne uprednostňovať čokoľvek, čo má tendenciu šetriť na úsilí, pokiaľ sa zabráni neprimeranému obetovaniu akejkoľvek rozhodujúcej výhody tohto druhu. (Collias, 1964)

Kým hlavné funkcie hniezdných štruktúr sa často zdajú byť zrejme, evolučné dôvody pre výstavbu niektorých živočíšnych artefaktov boli veľmi diskutované. Ďalej sa tvrdilo, že konštrukčné správanie a dizajn hotovej štruktúry odrážajú genotyp jedinca. V dôsledku toho by sa v priebehu evolučného času dalo očakávať, že konštrukcia hniezd bude tvarovaná výberom na priblíženie funkčného optima (Reid J. M., 2002).

Hniezda musia byť nenápadné, ale musia tiež zakryť vajička obsiahnuté vo vnútri. Hniezda a vajcia musia teda fungovať spoločne, aby zakryli vyvíjajúce sa embryo (Mayer, a iní, 2009).

4.2. Lokalita

Pre väčšinu vtákov výber biotopov ovplyvňuje reprodukčný úspech tým, že výber ovplyvňuje získavanie zdrojov, ako sú potrava, prístrešie, výber partnera, materiály na hniezda a ochrana vajec a mláďat pred predátormi a nepriaznivým počasím. (Burger, 1987). Možnosť, že miesta s vyššou hustotou populácie majú vyššiu kvalitu, bola podporená zistením, že počet pokusov o hniezdenie a hmotnosť mláďat boli na lokalitách väčšie (Chalfoun & Martin, 2007).

Miesta hniezd, ktoré si vybrali oviparózne zvieratá, sú často fixované na priestor a čas počas trvania inkubačnej doby, zostávajú stacionárne za kolísavých podmienok prostredia (Carroll, Davis, Elmore, & Fuhlendorf, 2015). Existuje dôkaz, že potreba kontroly teplotného prostredia, môže výrazne ovplyvniť konštrukciu takýchto hniezd. Napríklad návrh a umiestnenie hniezda môže byť modulované v závislosti od miestnych klimatických podmienok (Reid J. M., 2002).

Hniezda sú tak úzko späté s biotopom a zvyklosťami v každom danom druhu, že existuje obrovské množstvo opakujúcich sa, konvergentných a paralelných vývinov rôznych druhov hniezd u vtákov, čo sťažuje vymedzenie jednotlivých fylogenií. V každej konkrétnej línii môže vývoj viesť buď k rastúcej zložitosti, alebo naopak k zvýšenému zjednodušeniu hniezd v závislosti od podmienok (Collias, 1964).

Výber biotopov určuje získavanie kritických zdrojov, ako je potrava a útočiska pred predátormi, čo zase ovplyvňuje zdravie a demografiu. Rôzne typy zdrojov však môžu v rôznych stupňoch ovplyvniť komponenty fitness. Napríklad u vtákov počas rozmnožovania dostupnosť potravy často ovplyvňuje schopnosť rodičov investovať do potomstva (napr. veľkosť znášky, veľkosť potomstva a počet pokusov na hniezdenie) (Chalfoun & Martin, 2007).

Výber miesta hniezdenia je behaviorálna aktivita, ktorá diktuje tepelné prostredie, ktorému sú embryá vystavené a nakoniec sprostredkujú včasné a kritické vplyvy na novorodeneckú kondíciu. Hoci faktory, ako je štruktúra hniezd a inkubačná aktivita dospelých, sú rozhodujúce pre úspešnú inkubáciu, zložky krajiny môžu byť tiež integrálne pre poskytnutie vzorov fyzikálnych prostredí, ktoré môžu podporovať alebo obmedzovať reprodukčné štádiá (Carroll, Davis, Elmore, & Fuhlendorf, 2015).

4.3. Umiestnenie hniezd bahniakov

Lokality hniezdenia bahniakov zahŕňajú otvorené terény, močaristú pôdu ukrytú v rastúcej vegetácii a na mierne vyvýšených plošinách. Jamky sú niekedy lemované materiálmi vrátane stoniek rastlín, listov, trávy, fragmentov škrupín a kamienkov. (Goodfellow, 2011). U vtákov hniezdiacich na zemi sa javilo ako najcitlivejšie k veľkým poklesom v súvislosti s extrémnymi poveternostnými udalosťami počas jedného z bioperiod, ktoré mali väčšie poklesy ako ktorýkoľvek iný cech (Albricht, a iní, 2010). V skutočnosti, vtáky, ktoré kladú vajíčka pri pobreží riek alebo močiarov, na kamenisté pláže alebo na piesčité vyvýšeniny, sú vo veľkom riziku. Vtáky si vyberajú miesta na hniezdenie, ktoré sú za normálnych okolností suché a v bezpečnej vzdialenosti od prílivu. Ale silný vietor, respektíve poveternostné podmienky môžu urobiť problémy, ako sú napríklad utopenie kuriatok alebo odnesenie vajíčok z hniezda zvýšenou vodnou hladinou (Burger, 1987).

Vnútrosezónne návyky vtákov môžu byť rozdelené do skupín, ktoré sa menia podľa času v sezóne a tie, ktoré sa líšia podľa veku každého hniezda. Faktory, ktoré sa menia v priebehu sezóny a ktoré by mohli ovplyvniť prežitie hniezda, zahŕňajú hustotu hniezd, nadbytok alebo správanie predátorov, alebo reakcie hniezdiacich vtákov na sezónne zmeny počasia. Naproti tomu, príklady premenných závislých od veku zahŕňajú zmeny v obrane hniezd, ktoré sa líšia podľa veku hniezd, alebo rôznorodosti v kvalite hniezdných lokalít, čo môže viesť k vekovým efektom (Smith & Wilson, 2010).

4.4. Kulík riečny (*Charadrius dubius*)

Kulík riečny je jedným z najmenších druhov kulíkov, odhad prežitia zodpovedá všeobecnému vzoru korelácie medzi veľkosťou tela a prežitím v rode *Charadrius* (Pakanen, Lampila, Arppe, & Valkama, 2015). Hniezdiace rozšírenie tohto druhu pokrýva územie celej Západopalearktiskej pevniny cez stredný boreál, mierne pásmo až po stredomorské oblasti (Delany, Scott, Dodman, & Stroud, 2009). Kulík riečny používa pasívne obranné správanie na ochranu hniezda, ako sú napríklad rozptýlenie a tajný odlet z hniezda (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018)

Podľa IUCN sa kulík riečny nachádza na červenej listine ohrozených živočíchov v kategórii najmenej ohrozených. V Európe má tento druh mimoriadne veľký rozsah, a preto sa blíži k prahovým hodnotám pre zraniteľnosť v rámci kritéria veľkosti rozsahu. Populačný trend sa javí ako stabilný (BirdLife International, 2015).

Tento druh je vo veľkej miere migrujúci. Počas obdobia rozmnožovania tento druh uprednostňuje holé alebo riedko porastené piesčité a kamienkové brehy plytkých stojatých sladkovodných jazierok, jazerách alebo pomaly tečúcich riekach, vrátane riečnych ostrovov, suchých, kamenitých riečnych kôl, pieskovcov a šindľov alebo bahnitých úkrytov (Cramp & Simmons, 1983).

Parrinder (1989) uvádza, že v Británii je kulík riečny vo väčšine prípadoch závislý na biotopy vytvorené človekom. Hniezdi na štrku a pieskoviskách, vo všetkých štádiách vývoja od novo vykovaných až po opustené. Tieto lokality predstavovali približne polovicu lokalít na hniezdenie. Ďalšie hniezdiska boli jamy a lomy (napríklad vápenca, kriedy alebo železného kameňa).

Podľa štúdie na území Kambodže, kulík riečny i vyberá lokality s melónmi a inými plodinami, z bylinnej vegetácie si najviac vyberal citlivku *Mimosa pigra*. (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018)

Tento druh môže využívať aj dočasné umelé biotopy, ako sú štrkoviská, kanalizačné práce, priemyselné odpady a môžu vo výnimočných prípadoch používať otvorenú ornú pôdu na ílovitej pôde (BirdLife International, 2015). Rôzne priemyselné biotopy boli použité na výchovu potomstva. Patrili medzi nich rybníky na pestovanie cukrovej repy, vápencové usadeniny, alebo aj plochá strecha továrne (Parrinder, 1989)

Skupinky osamotených párov kulíka riečneho sa nachádzajú aj popri vodnom toku Dunaja na Bulharsko-rumunskej hranici. Ako uvádza Shurulinkov (2016) tento druh sa najviac vyskytoval na pieskovcových územiach a na ostrovčekoch. Mnohé zo zaznamenaných párov nachádzajúcich sa na ostrovoch hniezdili s kolóniami rybármi riečnymi a iných druhov bahniakov, ktoré boli mimo týchto kolónií.

Kulík riečny používa miesta, kde je rozšírená živá vegetácia. Pokrývka vegetácie je najnižšia na strane a v blízkosti vody, kde štrk je pravidelne odstránený búrkami a vlnami. Podľa rôznych autorov sa uvádza, že tento druh má veľkú škálu biotopov. Napríklad v Belgicku, môže kulík hniezdiť v umelých biotopoch, ako sú

napríklad strechy budov, štrkoviská a staveniská diaľnic, aj za predpokladu, že im chýba vegetácia. Zdá sa však, že tento druh je veľmi oportunistický a môže využívať veľmi odlišné biotopy, ako sú napríklad aj duny. (Fojt, Triplet, Robert, & Stillman, 2000). Niektoré jedince vytvárajú hniezda len ako malú jamku, bez akéhokoľvek stavebného materiálu (Shurulinkov, Daskalova, Michov, & Koev, 2016).

Často sú nútení nájsť nové hniezdiská, keď sa ich staré miesta narušili. Ich vernosť miesta teda odráža rôznorodosť a nepredvídateľnosť v rámci kvality územia, ktoré podporujú rozptýlenie (Pakanen, Lampila, Arppe, & Valkama, 2015). Z pozorovania kulíka riečneho v juhočeskej oblasti, sa našli hniezda cíbika chochlatého (*Vanellus vanellus*) s vajčkami kulíka. Tieto hniezda sa podobali na výstelky hniezd cíbika chochlatého, čiže nezodpovedali obvyklému typu výstelky kulíka. Z tohto dôvodu je pravdepodobné, že hniezdo bolo opätovne využité (Kubelka, Sládeček & Šálek, 2014).

4.5. Typ hniezda

Hniezdo môže byť definované ako vonkajšia stavba, ktorá pomáha prežitiu a rozvoju vajec a mladých (Collias, 1964). Druhy vtákov, ktoré budujú hniezda na zemi, do jednoduchej jamky, čelia výzve otvoreného biotopu s obmedzenými materiálmi. Hniezdna jamka na zemi je jamka alebo depresia na povrchu zeme, niekedy s materiálom pridaným na vytvorenie okraju hniezda. Primárne je to oblasť pre vajcia a ich inkubáciu, prízemná jamka ponúka pomerne obmedzenú obranu. Kamufláž je z tohto dôvodu nevyhnutná a preto hniezdo, vajcia a mláďatá sú prispôsobené splývaniu so zemou (Goodfellow, 2011).

Bahniaky hniezdia v jamke vyškriabanej na zemi. Väčšina hniezd pozostáva z výškrabov, ktoré vyrába jeden z dvojice tým, že sa zvyčajne zníži na prsia a vybraným smerom sa točí, pričom tvorí plytké depresie v piesku, kamienkoch alebo vegetácii (Tulp, 2012). K týmto výškrabom sa môžu pridať drobné kamienky, úlomky, kusy vegetácie a malé mäkkýše (Amat, Fraga, & Arroyo, 1999). Jamka je potiahnutá aj rôznymi materiálmi vrátane machu, lišajníkov alebo drviny, ktoré tvoria jednoduchú štruktúru s obmedzeným množstvom materiálu v porovnaní s hniezdami mnohých iných vtákov (Tulp, 2012). Tento typ hniezda, najmä ak je vykopaný na mäkkých

substrátoch, ako sú piesčité pôdy, nie je v porovnaní s hniezdami iných druhov vytvorenými veľmi nákladne. (Amat, Fraga, & Arroyo, 1999)

Napriek svojej jednoduchosti vykazuje hniezdo určitý stupeň presnosti, aby účinne chránilo vajíčka, a aby vták mohol inkubovať, najmä v chladných, vlhkých biotopoch. (Goodfellow, 2011). Reid J. M. et al. (2002) zistili, že jamka arktického pobrežníka škvrnitého (*Calidris melanotos*) bola vytvorená na optimálnu hĺbku, čo malo za následok minimálnu tepelnú stratu vajec, príliš hlboká a studená pôda ovplyvnila aj inkubáciu, príliš plytká a veterná bol tiež problém.

V prípade mnohých bahniakov je ťažké lokalizovať hniezda, pretože majú veľmi riedku výstelku (Burger, 1987). Kým druhy s viacerými pokusmi o hniezdenie za rok môžu v rámci limitov kompenzovať zvýšenie úmrtnosti, tieto limity môžu byť prekročené v mnohých narušených biotopoch krovín a trávnych porastov (Martin, 1993).

Druhy hniezdiace na zemi čelia rozsiahlemu úbytku populácie (Carroll, Davis, Elmore, & Fuhlendorf, 2015). Fragmentácia a narušenie trávnych porastov poľnohospodárstvom vytvorili krajinnú mozaiku veľkých blokov ornej pôdy, malých záhonov z pozostatkov prérií alebo iných zatrávených biotopov a prepojenú sieť úzkych (<20 m), často lineárnych, pásových území, ako sú cesty. Takéto zmeny v krajinej štruktúre môžu pri niektorých druhoch nepriaznivo ovplyvniť druhovú diverzitu vtákov a hojnosť v agroekosystémoch (Best, Bergin, Freemark, & Koehler, 2000)

4.6. Rastliny a ostatné materiály použité v hniezdach

Hniezdne materiály vtákov sa obyčajne nachádzajú v bezprostrednej blízkosti hniezdiska a ich odroda, ak sa posudzuje ako celok pre všetky druhy hniezdiace v ktorejkoľvek oblasti, je takmer taká veľká ako samotné druhy rastlín. Okrem toho sú vo všetkých častiach hniezd zahrnuté materiály ako bahno, vlasy, perie, pavučiny, sušený hmyz rodiny *Cercopidae* a umelé materiály rôznych predmetov. Opäť, rovnako ako pri výbere hniezdných lokalít, vtáky inštinktívne vyberajú z materiálov, ktoré vyhovujú potrebám ich vlastných druhov hniezd (Nickell, 1956).

Zvieracie chlpy, rastlinné vlákna alebo mach môžu mať tiež izolačné vlastnosti, ale sú menej viditeľné pre predátora s použitím vizuálnych podnetov na lokalizáciu hniezd; to môže byť príčinou toho, že tieto materiály sa používajú ako výstelka hniezda častejšie ako perie, najmä v otvorených hniezdnych podmienkach. (Møller, 1987)

Vysoká, hustá vegetácia môže poskytnúť vizuálne, vonné a fyzické bariéry medzi predátormi a hniezdami vtákov hniezdiacich na zemi (DeLong, Crawford, & DeLong, 1995). Vegetácia poskytuje pre hniezdo aj tieniace vlastnosti, napríklad v obdobiach sucha v Kambodži (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018).

Čiastočné zakrytie hniezd vegetáciou bolo pravdepodobne účinné v kombinácii s agresívnou obranou hniezd, ale menej účinne zabraňovalo detekcii hniezd vizuálnymi predátormi pri použití pasívnejších stratégií obrany hniezda. (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018).

Kulíkotvaré druhy si vyberajú hniezdne kamienky, ktoré majú vyššiu spektrálnu odrazivosť ako náhodné kamienky. Párové porovnania priemernej reflektancie hniezdnych a náhodných kamienkov ukázali, že kulíkotvaré druhy si vybrali signifikantne biele farebné kamienky v porovnaní s náhodne dostupnými kamienkami. (Mayer, a iní, 2009).

4.7. Inkubácia

Oviparia vyžaduje, aby vývojové podmienky, ktorými si prežili potomkovia, boli externe modulované, a rodičovská regulácia teplotného prostredia embryí môže byť mimoriadne dôležitým prvkom úspešného pokusu o výchovu potomstva. (Reid J. M., 2002). Pravdepodobne existujú mechanizmy, ktoré znižujú mieru tepelných strát z vajec a kurčiat. Rovnako ako v iných taxónoch, konštrukcia vtáčieho hniezda bola navrhnutá tak, aby fungovala aspoň čiastočne na izolovanie potomstva (Reid J. M., 2002).

Energia je potrebná na udržanie teploty vajčiek na vhodnej úrovni, aby sa zabezpečil vývoj embryí a na opätovné zahriatie hniezda, ktoré sa ochladilo počas neprítomnosti rodičov (Tulp, 2012). Keďže je však energia potrebná na udržanie stálej rovnováhy teploty vajec a aj na ohriatie chladného hniezda, regulácia teploty vajec

môže byť pre rodičov energeticky náročná (Reid J. M., 2002). Inkubácia rodičov vyvažuje ich energetické potreby s tepelnými potrebami ich vyvíjajúcich sa embryí (t.j. kompromis medzi potravou) (Bulla, Cresswell, Rutten, Valcu, & Kempnaers, 2015).

Kvalita inkubácie ovplyvňuje reprodukčný úspech u druhov, ktoré sa starajú o vajcia. Prenasledujúce stavy ovplyvňujú rast vtáčieho embrya, prežitie, hmotnosť mláďat a následné správanie a plodnosť potomstva (Cooper, 2013). Normálny vývoj vtáčích embryí závisí od relatívne prísne kontrolovanej teploty počas inkubácie, ktorá sa až na niekoľko výnimiek dodáva aktívnym prenosom tepla z inkubačného rodiča do plodu. Vzhľadom k tomu, že táto energia je energeticky nákladná, je pravdepodobné, že zvýšené požiadavky na inkubáciu budú mať vplyv na tepelné prostredie, ktoré rodičia dokážu zabezpečiť (Deeming & Reynolds, 2015).

Nedávne štúdie naznačujú, že inkubácia (proces, ktorým vtáky regulujú teplotu vajec) predstavuje dôležitú energetickú cenu, ktorá môže obmedziť súčasnú a budúcu reprodukčnú výkonnosť (Cresswell W. , a iní, 2004) Vo väčšine predchádzajúcich štúdií o inkubačnom správaní sa náklady na rodičov merajú z hľadiska času a energie a sú vyvážené proti potrebe udržiavať vajcia pri vhodnej teplote na embryonálny vývoj (Smith, Tulp, Schekkerman, Gilchrist, & Forbes, 2012).

Inkubačné náklady môžu byť obzvlášť vysoké u druhov hniezdiacich v chladnom prostredí, kde sa teplo rýchlo stráca z vajec a u druhov, v ktorých sa inkubuje iba jeden rodič (uniparentálne inkubátory) (Cresswell W. , a iní, 2004). V tomto prípade môže dôjsť k zhoršeniu energetického zúženia spôsobeného nákladmi na ohrev vajec, pretože energetický príjem hniezdiaceho jedinca môže byť obmedzený potrebou zostať na hniezde. (Cresswell W. , a iní, 2004). Napríklad v Arktíde, kde je denný výdaj energie zvýšený kvôli chladnému prostrediu, je inkubácia nákladná, najmä v prípade malých bahniakov (Tulp, 2012).

Aj keď sú energetické požiadavky na inkubáciu vysoké, nemusia nevyhnutne obmedzovať inkubáciu vtáka z dôvodu prispôsobenia sa týmto požiadavkám. Napríklad energetické požiadavky inkubácie môžu byť riadené použitím telesných rezerv alebo vzorom inkubačného plánovania, v ktorom je každá energia použitá počas inkubácie získaná záchytným záchvatom z hniezda. (Cresswell W. , Holt, Reid, Whitfield, & Mellanby, 2003)

Inkubačné správanie je obmedzené na vyššej úrovni párovacím systémom; ekologicky podobné druhy rozmnožovania v sympatriách ukazujú stratégie od úplne uniparentálnej inkubácie, u samíc alebo u samcov až po inkubačné rovnomerne zdieľanie alebo nerovnomerne medzi pohlaviami (Smith, Tulp, Schekkerman, Gilchrist, & Forbes, 2012) Napríklad u biparentálnych druhov môže jeden rodič navštevovať hniezdo iba 50% času a druhý udržiavať 100% inkubáciu. Energetická náročnosť inkubácie potom nemusí byť dôležitá, ak rodičia jednoducho zvýšia podiel času stráveného kŕmením (a tým aj množstva rezerv, ktoré sú k dispozícii počas inkubácie), keď neinkubujú. (Cresswell W. , Holt, Reid, Whitfield, & Mellanby, 2003)

Väčšina vajícok tak podlieha pravidelnému chladeniu, ktoré môže znížiť účinnosť rastu embryí a zvýšiť rodičovskú spotrebu energie počas inkubácie (Cooper, 2013). Embryonálny vývoj u vtákov je možný len v relatívne úzkom rozmedzí teplôt, ktoré je často vyššie ako teplota okolia (Deeming, 2016). Vo všeobecnosti však môžeme brať do úvahy možnosť, že embryá rôzneho veku sa líšia v tepelnej tolerancii, alebo že čas rodičov a energia vložená do hniezdenia sa časom môže zmeniť. Inkubácia priamo zvyšuje energetický výdaj inkubácie vtákov (Cooper, 2013).

4.8. Telesná teplota vtákov

Schopnosť udržiavať priaznivú energetickú bilanciu je jedným z hlavných faktorov, ktoré určujú prežitie alebo úmrtnosť u voľne žijúcich vtákov (Kersten & Piersma, 1987). Telesná teplota vtákov, ktorá závisí od vzájomného pôsobenia medzi rýchlosťami tvorby metabolického tepla a tepelnými stratami, je relatívne vysoká, typicky 39 až 42 ° C. Williams (1996) uvádza, že počas inkubácie sa telesná teplota vtákov zaznamenaná implantovanými rádiovými vysielačmi, pohybovalo od 40,3 do 43,6 ° C počas dňa, zatiaľ čo nočné hodnoty sa pohybovali od 39,0 do 41,0 ° C. Telesná teplota sa spočiatku znížila o približne 0,5 ° C, keď sa samičky vrátili späť na hniezdo, ale potom sa teplota vrátila na počiatočnú úroveň, keď zvýšili rýchlosť metabolizmu, aby kompenzovali teplo stratené vajcami. Produkcia metabolického tepla sa úmerne zvyšovala so znížením teploty vajec počas neprítomnosti rodičov z hniezda. (Williams, 1996)

King (1974) ako prvý uviedol, že denný energetický výdaj (DEE) voľne žijúcich dospelých vtákov simulujú bazálnu metabolickú rýchlosť (BMR, definovanou ako rýchlosť výdaja energie neaktívneho, postabsorpčného zvieratá v termoneutrálnom prostredí) počas pokojovej fázy denného cyklu) ako funkciu telesnej hmotnosti. (Kersten & Piersma, 1987)

Teplota prostredia spôsobuje nevyhnutné správanie a fyziologické obmedzenia na všetky živé organizmy a určia výsledok kritických období životného cyklu. Ukázalo sa, že denné a hodinové teplotné rozhodnutia sa však robia v pomerne jemnejších mierkach, ktoré môžu byť kritické pre reprodukčný úspech, fitness a prežitie. Okrem toho sa štúdie, ktoré zahŕňajú teplotu ako prediktory biotických odpovedí, často zameriavajú na škály, ktoré sú oveľa hrubšie ako rozsah, v ktorom organizmy využívajú svoje prostredie. Tieto nezrovnalosti môžu vytvárať prekážky pre pochopenie citlivosti organizmu na odchýlky teplotných vzorov v jemnom meradle, čo nakoniec bráni hodnoteniu odozvy druhov na zmeny klímy. (Carroll, Davis, Elmore, & Fuhlendorf, 2015)

Termoregulačné obmedzenia tiež ovplyvňujú stavbu hniezd, ktoré ovplyvňujú teplotu a správanie hniezdenia, ktoré regulujú inkubačné teploty. Vtáky s prekociálnymi kurčatami tiež používajú mechanizmy správania (napr. inkubačné oneskorenie) na reguláciu embryonálneho vývoja, na zaistenie súbežného vývinu. Vajcia a hniezda musia teda fungovať v zhode, aby chránili vývoj embryí pred teplotnými extrémami (Mayer, a iní, 2009).

Kľúčovou zložkou pre pochopenie teplôt obmedzenými biotickými procesmi zahŕňa kvantifikáciu teplotných prvkov krajiny k lepšiemu pochopeniu výberu lokality organizmov vo viacerých aspektoch (Carroll, Davis, Elmore, & Fuhlendorf, 2015). Vystlané hniezdo môže tiež podstatne znížiť rýchlosť, ktorou vajcia strácajú teplo a umožňujú rodičom kontrolovať vlhkosť vnútri hniezda. Úspora tepla je obzvlášť dôležitá v chladnom prostredí. Okrem toho, energetický výdaj inkubujúceho dospelého vtáka môže byť znížený kvôli izolačným vlastnostiam hniezd (Tulp, 2012).

4.9. Predácia

Štruktúra a zloženie biotopov sa stávajú obzvlášť dôležité pre prežitie koristi, ktoré hniezdia počas jednej alebo viacerých životných etáp (Chalfoun A. D., 2009). Predpokladá sa, že na zemi hniezdiace vtáky majú väčšie riziko predácie ako vtáky, ktoré nehniezdia na zemi. Aj napriek tomu sa tento predpoklad líši v rôznych štúdiách, ktoré tvrdia opak (Martin, 1993).

Väčšina dospelých bahniakov nepoužíva úkryt na útek pred predátormi, ale namiesto toho odchádza. Predmety, ktoré bránia videniu, môžu brániť detekcii dravca v blízkosti hniezda, čo umožňuje, aby hniezdiaci jedinec ostal prekvapený. Pre vtáky hniezdiace pri brehu sa preto javí ako dôležité, odhaliť predátorov čím skôr, čo je značne uľahčené neobmedzeným výhľadom (Amat & Masero, 2004).

Voľba kladenia vajec alebo miesta hniezda môže, napríklad určiť pravdepodobnosť, že nepriatelia, ako sú predátori alebo paraziti, objavia mláďatá. Takéto riziká by mali stanoviť silný výber pre vývoj a zachovanie preferencií pre bezpečnejšie reprodukčné biotopy. (Chalfoun A. D., 2009). V dôsledku toho môže dôjsť ku konfliktu medzi požiadavkami na únik pred predátormi a termoreguláciou, ak sú bahniaky zraniteľnejšie voči dravcom, keď hniezdia v tepelne priaznivých miestach. Riešením tohto kompromisu je výber lokalít, kde dospelí môžu rýchlo odhaliť približujúce sa dravce, aj keď spôsobujú, že obsah hniezda je zraniteľnejší voči predátorom (Amat & Masero, 2004)

Riziko predácie hniezda sa môže medzi potenciálnymi hniezdnymi lokalitami značne líšiť, pričom niektoré lokality hniezd majú vyššie vnútorné šance na predchádzanie predácie než iné (Flegeltau, Biro, & Beckmann, 2017). Dobre skryté hniezdo v hlbokaj jamke, možno aj čiastočne zakryté vegetáciou, pravdepodobne zníži riziko predátorstva, a to nielen v prípade, ak vták sedí na hniezde, ale aj v jeho neprítomnosti (Tulp, 2012).

Avšak, pri vtákoch hniezdiacich na zemi je hniezdo prístupné veľkému počtu predátorov, preto správanie rodičovskej obrany, to znamená, prenasledovanie alebo lákanie predátorov z hniezda, je často nevyhnutné pre prežitie ich hniezda (Gochfeld, 1984). Zvieratá môžu hodnotiť a modifikovať svoje riziko predácie vyhľadávaním miest, kde je toto riziko nižšie. Predácia je hlavnou príčinou zlyhania vtáčieho hniezda

a môže tiež predstavovať významný zdroj úmrtnosti dospelých na hniezdach. Aj keď je riziko predácie dospelých jedincov na hniezdach malé, jeho dôsledky pre stratégie rozmnožovania vtákov nie sú zanedbateľné vzhľadom na dôležitosť dĺžky života na celoživotnom reprodukčnom úspechu. Prírodný výber by preto mal uprednostňovať jednotlivcov, ktorí si vyberajú hniezdne lokality, ktoré minimalizujú riziko predácie, a to na obsah hniezd, ako aj na inkubáciu dospelých (Amat & Masero, 2004).

4.10. Kamufláž

Druhy hniezdiace na zemi sú zraniteľné voči dravcom, na základe čoho vajcia v hniezdach vykazujú vynikajúcu kamufláž. (Goodfellow, 2011)

Bahniaky sa môžu stretnúť s rôznymi biotopmi, v takých prípadoch môžu použiť rôzne stratégie k tomu, aby zodpovedal vzhľad vajčiek s pozadím hniezdenia. Bahniaky môžu teoreticky zlepšiť maskovanie tým, že vajcia s podobným zafarbením a vzorovaním budú uložené na miestach, kde boli vychovaný samotný jedinci. (Gómez, a iní, 2018). Chránenie hniezda môže byť ovplyvnené maskovaním hniezd, ktoré bolo preukázané v štúdiách iných druhov hniezdenia (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018)

Vzhľadom na to, že sfarbenie a vzorovanie vajec sa zdá byť primárne geneticky kontrolované, je nepravdepodobné, že by samice mohli vykazovať plasticitu pri produkcii vajec, ktoré zodpovedajú charakteristikám ich biotopu. Iným riešením je výber mikrohabitatov podľa individuálneho vzhľadu vaječnej škrupiny, aby boli vajcia lepšie maskované (Gómez, a iní, 2018). Arktické bahniaky sa vo veľkej miere opierajú o veľmi dobré maskovanie vajec a vo väčšine prípadov aj operenie, čo spôsobí ťažké nájdenie hniezda pre dravcov. Použitie miestnych materiálov môže zlepšiť krycie sfarbenie pričom táto výhoda môže prevážiť nad výhodami lepšieho izolačného materiálu hniezda (Tulp, 2012).

Dospelé jedince kulíkovité odlietajú z hniezd na dlhé vzdialenosti, čo naznačuje, že hlavným výberovým tlakom je skôr výskyt vajec ako dospelých. Prežitie hniezda bolo väčšie tam, kde bol stupeň kontrastu vajec nižší. Takže tam, kde došlo k nesúladu medzi kontrastom vajec a kontrastom pozadia, je menej pravdepodobné, že

hniezdo prežije (Troscianko, Wilson-Aggarwal, Stevens, & Spottiswoode, 2016). Množstvo a štruktúra výstelky tak môže byť súčasťou kamufláže vajec počas neprítomnosti rodičov na hniezde.

5.Výsledky

Za účelom zistenia termoregulačných vlastností sa pracovalo so 68 výstelkami, v ktorých sa merali hodnoty: teplotu vo vajci, teplotu medzi vajcami, teplotu na spodku výstelky, vonkajšiu teplotu, objem, percentuálne zastúpenia vegetácie a kamienkov. Pre lepšie zobrazenie výsledkov sa spravila štatistika základných premenných (Tab. 1)

Tabuľka 1 Zhrnutie základných charakteristík premenných hniezdnej výstelky

	Min	Median	Mean	Max	SE
T vajec	28.13	33.54	33.70	38.23	2.01255
T medzi vajcami	23.61	27.89	25.05	32.93	2.046
T na spodku	18.51	21.96	21.69	25.57	1.535
T vonkajšie	7.465	9.736	9.640	10.924	0.776
objem hniezda	9.00	39.00	42.14	110.00	19.519
vegetácia	0.00	30.00	33.55	90.00	20.489
kamienky	0.00	40.00	42.32	100.00	24.017

Tabuľka 2 Korelačné koeficienty medzi zložkami

	T vajec	T medzi vajcami	T na spodku	T vonkajšie	váha hniezda	objem hniezda	vegetácia	kamienky
T vajec	1.0000							
T medzi vajcami	0.8188	1.0000						
T na spodku	0.1824	0.3705	1.0000					
T vonkajšie	0.2533	0.4410	0.4090	1.0000				
váha hniezda	0.3164	0.2668	-0.2324	0.0272	1.0000			
objem hniezda	0.5791	0.4300	-0.4011	-0.0189	0.7887	1.0000		
vegetácia	0.3164	0.2123	-0.1187	0.0225	-0.3289	0.1406	1.0000	
kamienky	-0.1783	-0.1303	0.1741	0.1593	0.3421	-0.0503	-0.6892	1.0000

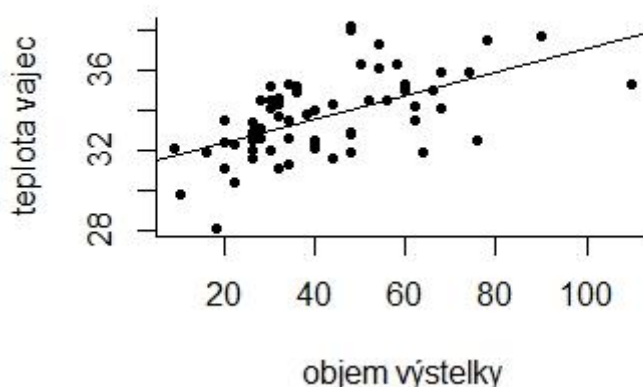
Potenciálne korelačné koeficienty zobrazujú veľmi slabú závislosť (Tab. 2). Na základe korelačných premenných sme si vybrali atribúty, ktoré mali väčšiu koreláciu a zahrnuli ich do ďalších výpočtov. Vybral sa objem, vegetácia a vždy bola zaradená hodnota vonkajšej teploty.

Korelačný koeficient medzi objemom a vegetáciou je 0.14, čo ukazuje na veľmi slabú pozitívnu koreláciu (to znamená, čím väčšie zastúpenie rastlinného materiálu, tým väčší objem). V porovnaní s kamienkami verzus objem -0.05 sa jedná o veľmi slabú negatívnu koreláciu (to znamená, čím väčšie zastúpenie kamienkov, tým menší objem).

Hodnoty sa interpretovali z inkubácie z posledných 5 minút, kde bola teplota ustálená. Testovali sa dve hlavné hypotézy. Prvá hypotéza, predpokladá, že teplota vo vajíčkach bude vyššia čím väčšia bude výstelka. Porovnávali sa priemerné hodnoty vo vajíčkach v závislosti na objem, využili sme aj atribút vegetácie a vonkajšiu teplotu. Percentuálna variabilita popísaná v tomto modeli bola 43,23 %. Výsledky potvrdili závislosť teploty v závislosti na objem výstelky (graf 1).

Tabuľka 3 Výsledky závislosti medzi výstelkou a teplotou vajec

Faktor	Estimate	SE	F value
objem	0.0568	0.0097	38.3982
vegetácia	0.0229	0.0092	6.4476
T vonku	0.2423	0.2424	7.6424

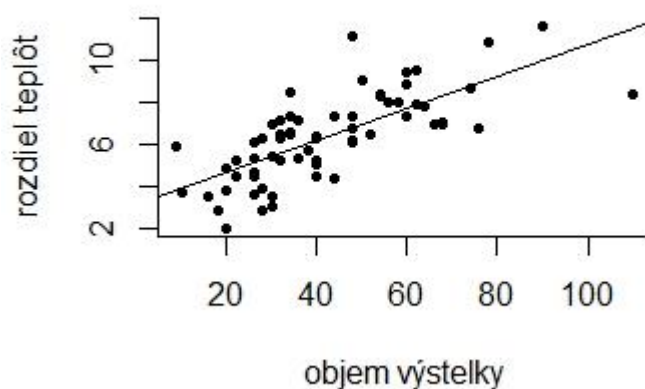


Graf 1 Závislosť objemu výstelky na teplote vajec

Druhá hypotéza sa zaoberala či existujú rozdiely medzi teplotami, ktoré vzniknú medzi vajcami a medzi teplotou, ktorá sa nachádza na spodku výstelky počas inkubácie. Vo výpočtoch bol porovnaný rozdiel medzi teplotou medzi vajíčkami a teplotou nameranej pod výstelkou počas inkubácie v závislosti na objem. Pri tomto výstupe bol zohľadnený atribút vegetácie a vonkajšej teploty (graf 2). Percentuálna variabilita popísaná v tomto modeli bola 59,08 %.

Tabuľka 4 Výsledky závislosti medzi rozdielom teplôt a objemu výstelky

Faktor	Estimate	SE	F value
objem	0.0739	0.0086	80.3702
vegetácia	0.1286	0.0082	6.0533
T vonku	0.3770	0.2149	3.0776



Graf 2 Závislosť medzi teplotami pod výstelkou a teplotou medzi vajcami v závislosti na objeme

V obidvoch prípadoch bola potvrdená závislosť objemu výstelky na teplotu, čím sa potvrdili termoregulačné funkcie výstelky kulíka riečneho.

6. Diskusia

Dá sa predpokladať, že teplota vtáčích hniezd na zemi bude náročnejšia na ohriatie, keď je zem studená. Z tohto dôvodu sa treba zamerať na energetické hodnoty pri inkubácii vajec na zemi hniezdiacich druhov. Deeming (2015) uvádza, že prírodné a poloprírodné experimenty naznačujú, že aj jemné zmeny vývojovej teploty môžu mať ďalekosiahle následky pre mnohé aspekty rastu a vývoja embryí i mláďat.

Tepelné prostredie v hniezdach nie je určené iba štruktúrou alebo dizajnom hniezda, ale aj umiestnením hniezda. Energia vložená do stavania hniezda sa málokedy zvažovala (Deeming & Mainwaring, 2015). Energetické náklady na výstavbu hniezda budú pravdepodobne nižšie ako znášanie a inkubácia vajec, čo bude pravdepodobne energicky menej nákladné ako energia poskytovaná pri výchove mláďat (Mainwaring & Hartley, 2013)

Deeming (2016), v hniezdach, ktoré sa nachádzajú na zemi, bude chýbajúca stena hniezda znamenať, že rozdiel medzi teplotou hniezda a okolitou teplotou bude pravdepodobne veľmi malá, ak by sme porovnali teploty pozorované vo vybudovanom hniezde. Pri inkubácii je potrebná aj vlhkosť hniezda, ktorá sa dá dosiahnuť použitím peria na obklopenie vajčiek, ako je to hlavne v prípadoch vtákov hniezdiacich na zemi, (Albricht, a iní, 2010)

Hniezda druhov rôznej veľkosti tela nie sú priamo porovnateľné, je možné, že veľkosť tela obmedzuje medzidruhové štúdie vlastností hniezd (Deeming, 2016). Konkrétne experimentálne 1,5 °C zníženie priemernej inkubačnej teploty u sýkoriiek belasých (*Cyanistes caeruleus*) významne zvýšilo zlyhanie liahnutia, znížilo veľkosť hniezdenia a zvýšila rýchlosť metabolizmu, zatiaľ čo pri kačici obojkovej (*Aix sponsa*) zníženie teploty o menej ako 1 °C ovplyvnilo viaceré opatrenia rastu mláďat a fyziologického dozrievania, vrátane telesného stavu, pohybového vývoja, imunokompetencie a termoregulačnej fyziológie. Je možné predpokladať, že zmeny vo fenotype kurčiat po zvýšených požiadavkách na inkubáciu rodičov sú sprostredkované energetickými obmedzeniami udržiavania teploty vajec. (Deeming & Reynolds, 2015)

U vtákoch hniezdiacich na zemi sa javili najcitlivejšie veľké poklesy teplôt v súvislosti s extrémnymi poveternostnými udalosťami počas jedného obdobia, ktoré

mali väčšie poklesy ako ktorýkoľvek iný druh (Albricht, a iní, 2010). Napríklad, bolo pozorované u pobrežníka tmavého (*Calidris fuscicollis*), správanie samíc počas inkubácie vo veternom počasí, pričom zistili, že samice môžu byť schopné znižovať zmeny tepla svojim správaním (Reid J. M., 2002).

Počasiu by mohlo ovplyvniť prežitie hniezda priamo, ak vtáky opustia svoje hniezda počas búrky (Smith, Wilson, 2010). Aj keď tepelné straty spôsobené nútenou konvenciou (zmenou tepla), môžu byť pri silnom vetre veľké, vajíčka sa ochladia len vtedy, keď zostanú bez dozoru. Kontrastne, tepelné straty zo zeme budú pravdepodobne prebiehať počas celej inkubačnej doby. Rodičia, ktorí inkubujú v slabo izolovaných jamkách, môžu preto pri udržiavaní tepla, neustále dosahovať energetické nároky na vajcia ako aj na telesnú teplotu. Hoci relatívne náklady na umožnenie tepelných strát do zeme a do ovzdušia závisia od času rodiča stráveného mimo hniezdo, celkové termoregulačné požiadavky môžu byť často minimalizované znížením tepelných strát pomocou výstelky. (Reid J. M., 2002).

Ak náklady na ohrievanie vajec významne ovplyvňujú energetické potreby samičiek, potom zníženie nákladov na vykurovanie vajec môže znížiť rýchlosť úbytku hmotnosti počas návštevy hniezda. Preto, ako vtáky strávili viac času mimo hniezda (pravdepodobne kŕmenie), tak sa získalo viac hmoty. Uvádza, že za každých 10% zvýšenie dennej účasti sa stratilo 0,12 gramov telesnej hmotnosti za hodinu. Výsledok tejto štúdie bolo zistenie, že aj pri znižovaní nákladov na inkubáciu pri návšteve hniezda boli náklady oveľa väčšie, keď bola teplota na zemi nižšia (Cresswell W. , a iní, 2004).

Začiatkom fázy ochladzovania sa vajce ochladzuje rýchlosťou, ktorej dominuje redistribúcia tepla z blízkeho plodu do stredu. Keďže vajce predpokladá pre ochladzovanie vzduchu, mení sa rýchlosť ochladzovania vajíčka, pretože teplo teraz prúdi rovnomerne z vajca cez jeho povrch. Opak by sa mal uskutočniť, keď sa rodič vráti na hniezdo (Turner, 2002). Odhady koeficientov chladenia vajec predpovedajú, že vajcia v hniezdach väčších druhov sa ochladzujú rýchlejšie a rôzne adaptácie na zníženie tepelných strát majú u menších druhov silnejší účinok. Malé vajcia sa však ochladzujú rýchlejšie ako veľké vajcia (Tulp, 2012)

V okamihu, keď teplota vajíčka dosiahne ustálený stav, tok energie do vajca je rovnaký ako tok energie vychádzajúci z vajca. Niektoré z výhod budovania hniezda,

pravdepodobne platia aj vtedy, keď sa vták nenachádza na hniezde alebo keď inkubuje, kde výstelka a hrúbka výstelky stále prispievajú k izolačným vlastnostiam. Vplyv chladenia vetra, pôsobiaci prostredníctvom hniezdnej hĺbky jamky na vajcia v otvorenom hniezde, však ovplyvní vtáka na vajciach inak. Inkubujúci vták bude pravdepodobne lepšie chránený pred vetrom v hlbších hniezdných hrádzach. Vtáky sa môžu zdržiavať nielen na hniezde, pretože sú prospešné pre vývoj vajec, ale aj na šetrenie energie, pretože čas strávený mimo hniezda spravidla stojí viac energie ako inkubácia vajec. (Tulp, 2012)

Dôvod, prečo sa malé uniparentálne druhy, ktoré čelia najvyšším energetickým nárokom snažia o optimalizáciu izolácie hniezd, sa zdá byť samozrejmosťou. Aj z iných štúdií sa ukázalo, že izolácia hniezd môže mať významný vplyv na inkubačné úsilie a úspech pri liahnutí (Tulp, 2012)

Iná štúdia zase preukázala, že častejšie alebo dlhšie prestávky v inkubácii, ponechanie hniezda bez dozoru po väčšinu času, a / alebo prejavujúce sa nepokojnejším pohybom na hniezde, môžu zvýšiť riziko predátorstva hniezda u bahniakov. Tento výsledok svedčí o tom, že bahniaky by mohli zvýšiť prežitie hniezd tým, že by znížili nápadnosť ich správania počas inkubácie. Schopnosť bahniakov však môže byť obmedzená niekoľkými aspektmi ich ekológie a životných dejín. (Smith, Tulp, Schekkerman, Gilchrist, & Forbes, 2012)

Izolácia hniezd je zrejme dôležitá pre bahniaky, najmä pre menšie druhy. Množstvo materiálu výstelky môže určiť výber hniezda a vhodnosť biotopov. Výber materiálu prirodzene závisí na tom, aký materiál sa v lokalite vyskytuje. Stavebný materiál hniezda má pravdepodobne dôležitú úlohu pri určovaní reprodukčného úspechu vtákov. (Deeming, 2016).

V teplých oblastiach, napríklad počas obdobia sucha v Kambodži, vegetácia poskytuje tieň, ale zároveň prehrieva hniezdo. Pravdepodobným problémom pri inkubácii vajec a kurčiat vzhľadom na extrémne teploty je prehrievanie (teploty podkladu dosiahli ≥ 50 °C počas najteplejšej časti obdobia rozmnožovania). Vrchné krytie vegetáciou výrazne nezlepšilo úspešnosť hniezdenia v teplých oblastiach. Dospelé jedince v tejto lokalite, využívajú efektívnejší prostriedok na chladenie vajec v porovnaní s výberom tienených hniezdných lokalít, a to namáčanie brucha do vody (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018).

Výber špecifických typov vegetácie nezlepšil úspešnosť hniezdenia kulíka riečneho pri výbere citlivky *Mimosa pigra*. Väčšina rastlín v blízkosti hniezdných lokalít boli relatívne malé, <1 m vysoké. Typ rastlín ani neposkytoval veľa tieňa alebo kamufláž. Aj keď si kulík riečny vyberal lokality s melónmi a ďalšími plodinami, bylinná vegetácie vo všeobecnosti mala negatívny vplyv na hniezdiaci úspech (Claassen, Forester, Arnold, & Cuthbert, 2018)

Pri štúdií na hniezdnu výstelku z kamienkov, sa ukázalo, že odrazivosť kamienkov ovplyvnila vzory ohrevu umelých hniezd a modelových vajec v laboratóriu. Umelé hniezdne kamienky boli ohrievané pomalšie a zostali v priemere 0,8 ° C chladnejšie pod zdrojom tepla, v porovnaní s výberom náhodných kamienkov. Prenos tepla bol tiež tlmený kamienkami v porovnaní s náhodnými kamienkami. Modelové vajcia v umelých hniezdach postavené pre kulíka pískavého (*Charadrius melodus*) sa ohrievali pomalšie a zostali v priemere 0,5 ° C chladnejšie pod zdrojom tepla ako umelé vajcia v hniezdach postavených z náhodných kamienkov (Mayer, a iní, 2009).

Arktické bahniaky sa vo veľkej miere opierajú o veľmi dobré maskovanie vajec a vo väčšine prípadov aj operenie, čo je potom pre dravcov veľmi ťažké nájsť hniezda. Použitie miestnych materiálov môže zlepšiť krycie sfarbenie pričom táto výhoda môže prevážiť nad výhodami lepšieho izolačného materiálu hniezda. Výsledkom tohto kompromisu medzi teplotnými vlastnosťami a kamuflážou je hniezdo pozostávajúce len z kamienkov (Tulp, 2012)

Bez ohľadu na funkciu môže byť materiál na hniezdenie uprednostňovaných farieb prostriedkom na zlepšenie hniezdných lokalít pre vtáky s hniezdením v hniezdiskách najmä v prípade, že hniezdne substráty zvyšujú vernosť v hniezdisku. (Mayer, a iní, 2009)

V porovnaní ďalšia štúdia pri druhu hniezda pobrežníka škvrnitého zistila, že hniezda sú v súlade s efektívnym využívaním miestnych materiálov pre minimalizáciu tepelných strát. Napriek tomu materiály na výstelku mohli byť vybrané podľa dostupnosti v lokalite, zloženia vo výstelkách medzi jedincami sa líšili. Preto nie vždy boli optimalizované z hľadiska izolačnej kvality. Je možné, že to bolo preto, že časová a energetická náročnosť stavania hniezda bola väčšia ako keby mali vyvažovať straty tepla. (Reid J. M., 2002)

Bulla et al. (2015) skúmali inkubačné plánovanie a rezervy pobrežníka piesočného (*Calidris pusilla*). V ich štúdiu nenašli žiadne závažné energetické obmedzenia počas inkubácie. Experimentálny ohrev a predchádzajúca experimentálna izolácia mali malý vplyv na dĺžku inkubačných sedení. Výsledky naznačujú, že je nepravdepodobné, že by energetické rezervy buď inkubujúceho vtáka, alebo rodiča mimo hniezda určovali inkubačné plánovanie.

Zjavné nesúlady medzi preferenciami biotopov a výsledkami vhodnosti sa môžu vyskytnúť, keď sa preferencie skúmajú len v rámci jednej lokality. Pochopenie, ktoré charakterizuje biotopy sú dôležité v rôznych, ekologicky relevantných mierkach, ktoré môžu pomôcť objasniť faktory, ktoré môžu viesť k lepšiemu hodnoteniu kvality biotopov pre úspešné zachovanie populácií.

Tak ako Kubelka et al. (2018) uvádza, že v súčasnosti arktické populácie trpia vysokou mierou predátorstva, čím klesá produktivita arktických populácií bahniakov. Arktída predstavuje energeticky náročnú diaľkovú migráciu, ktorá z hľadiska hniezdnej prednosti začína byť nevýhodná. Predpokladá sa, že zmeny klímy negatívne ovplyvnia migrujúce vtáky na celkovú dynamiku populácií.

Napriek všetkému, však poznáme pozoruhodne málo o plasticite pri používaní rôznych materiálov, o používaní špeciálnych materiálov na stavbu hniezd alebo podrobnú analýzu hniezda. Výsledky práce sú tiež v súlade s hypotézou, že zdroje, ktoré tvoria základ pre výber biotopov (napríklad dostupnosť potravy a refugia pred predátormi) sa môžu líšiť v rámci lokality a môžu sa prejavovať rôznymi spôsobmi z hľadiska vhodnosti. Celkovo môže štruktúra hniezda odrážať rozlíšenie medzi izoláciou a maskovaním celej znášky. Ďalšia práca by mohla preskúmať, ako sa môže líšiť dizajn hniezd so zmenami intenzity týchto tlakov.

7. Záver a prínos práce

Výsledky tejto štúdie ukazujú, že existuje vplyv na termoregulačné vlastnosti hniezdnej výstelky u kulíka riečneho (*Charadrius dubius*). A to konkrétne, teploty znášky a aj teploty namerané medzi vajíčkami sú závislé na objeme výstelky, avšak nezáleží na type výstelky, ktorá bola používaná. Prínosom tejto práce je lepšie priblíženie vlastností výstelky pri termoregulácii s možnými dôsledkami pre dĺžku inkubácie a úspešnosť hniezdenia kulíka riečneho v rôznych prostrediach vrátane poľných kultúr, kde ponuka výstelky môže byť obmedzenejšia než v iných prostrediach, napr. v pieskovniach a na štrkoviskách.

Do budúcnosti sú potrebné štúdie, ktoré skúmajú investície do budovania hniezd proti iným reprodukčným fázam v priebehu evolúcie. Ďalšími otázkami, ktoré vznikajú sú prečo si vyberajú rôzne typy materiálu, investícia do budovania hniezda. V najbližšej dobe sa treba zamerať na klimatické zmeny, ktoré ovplyvňujú správanie migrujúcich vtákov, tak ako aj inkubačné správanie. Celkovo je možné skonštatovať, že je málo štúdií, ktoré by riešili danú problematiku.

8. Použité zdroje

- Albright, T. P., Pidgeon, A. M., Rittenhouse, C. D., Clayton, M. K., Wardlow, B. D., Flather, C. H., . . . Radeloff, V. c. (2010). Combined effects of heat waves and droughts on avian communities across the conterminous United States. *Ecosphere*(Volume 1(5)), Article 12.
- Amat, J. A., & Masero, J. A. (2004). Predation risk on incubating adults constrains the choice of thermally favourable nest sites in a plover. *Animal behaviour* Volume 67, 293-300.
- Amat, J. A., Fraga, R. M., & Arroyo. (1999). Reuse of Nesting Scrapes by Kentish Plovers. *The Condor, Vol. 101, No. 1*, 157-159.
- Best, L. B., Bergin, T. M., Freemark, K. E., & Koehler, K. J. (2000). Effects of landscape structure on nest predation in roadsides of a midwestern agroecosystem: a multiscale analysis. *Landscape Ecology* 15, 131–143.
- BirdLife International. (2015). Charadrius dubius. European Red List of Birds 2015. *BirdLife International*.
- Bulla, M., Cresswell, W., Rutten, A. L., Valcu, M., & Kempenaers, B. (2015). Biparental incubation-scheduling: no experimental evidence for major energetic constraints. *Behavioral Ecology* 26(1), 30-37. doi:10.1093/beheco/aru156
- Burger, J. (1987). Physical and Social Determinants of Nest-Site Selection in Piping Plover in New Jersey. *The Condor, Vol. 89, No. 4* , 811-818.
- Carroll, J. M., Davis, C. A., Elmore, R. D., & Fuhlendorf, S. D. (2015). A Ground-Nesting Galliform's Response to Thermal Heterogeneity: Implications for Ground-Dwelling Birds. *PLoS ONE* 10(11): e0143676. doi:10.1371/journal.pone.0143676.
- Claassen, A. H., Forester, J. D., Arnold, T. W., & Cuthbert, F. J. (2018). Consequences of multi-scale habitat selection on reproductive success of riverine sandbar-nesting birds in Cambodia. *AVIAN BIOLOGY RESEARCH* 11 (2),, 108-122.
- Collias, N. E. (1964). THE EVOLUTION OF NESTS AND NEST-BUILDING IN BIRDS. *Zoologist*, 175-190.
- Cooper, C. B. (2013). Avian Incubation Patterns Reflect Temporal Changes in Developing Clutches. *PloS one*, 8(6), e65521. doi:10.1371/journal.pone.0065521.
- Cramp, S., & Simmons, K. (1983). *Birds of the Western Palearctic* (Zv. vol. 3). Oxford: Oxford University Press.
- Cresswell, W., Holt, S., Reid, J. M., Whitfield, D. P., & Mellanby, R. J. (2003). Do energetic demands constrain incubation scheduling in a biparental species? *Behavioral Ecology* Vol. 14 No. 1, 97–102.
- Cresswell, W., Holt, S., Reid, J. M., Whitfield, D., Mellanby, R., & Norton, D. (2004). The energetic costs of egg heating constrain incubation attendance but do not determine daily energy expenditure in the pectoral sandpiper. *Behavioral Ecology* Vol. 15 No. 3, 498–507.

- Deeming, D. C. (2016). How does the bird-nest incubation unit work? *Avian Biology Research*, 9(2), 103-113.
- Deeming, D. C., & Mainwaring, M. C. (2015). *Functional properties of nests*. In: Deeming, D.C. and Reynolds, S.J. (eds), *Nests, eggs, and incubation: new ideas about avian reproduction*,. Oxford: Oxford University Press.
- Deeming, D. C., & Reynolds, S. J. (Ed.). (2015). *Nests, Eggs, and Incubation: New Ideas about Avian Reproduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Delany, S., Scott, D., Dodman, T., & Stroud, D. (2009). *An atlas of wader populations in Africa and western Eurasia*. Wetlands International: Wageningen.
- DeLong, A. K., Crawford, D. C., & DeLong, D. C. (1995). Relationships between Vegetational Structure and Predation of Artificial Sage Grouse Nests. *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 59, No. 1, 88-92.
- Flegeltau, M., Biro, P. A., & Beckmann, C. (2017). Avian nest abandonment prior to laying—a strategy to minimize. *J Ornithol*, 158: 1091–1098. doi:10.1007/s10336-017-1470-7
- Fojt, E., Triplet, P., Robert, J.-C., & 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*(47:1), 8-12. doi:10.1080/00063650009461155
- Gauthier, M. &. (1993). Nest site selection and cost of nest building by Cliff Swallows (*Hirundo pyrrhonota*). *Canadian Journal of Zoology*, 1120-1123.
- Gochfeld, M. (1984). *Antipredator behavior: aggressive and distraction displays of shorebirds*. In: Burger J. & B.L. Olla (eds) *Shorebirds: Breeding behavior and populations*. Plenum Press: New York.
- Gómez, J., Ramo, C., Troscianko, J., Stevens, M., Castro, M., Pérez- Hurtado, A., . . . Amat, J. A. (2018). Individual egg camouflage is influenced by microhabitat selection and use of nest materials in ground-nesting birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72:142.
- Goodfellow, P. (2011). *Avian Architecture: How Birds Design, Engineer, and Build*. (M. Hansell, Ed.) Princeton: Oxford: Princeton University Press.
- Chalfoun, A. D. (2009). Habitat structure mediates predation risk for sedentary prey: experimental tests of alternative hypotheses. *Journal of Animal Ecology* 78, 497–503. doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01506.x
- Chalfoun, A. D., & Martin, T. E. (2007). Assessments of habitat preferences and quality depend on spatial scale and metrics of fitness. *Journal of Applied Ecology*(44), 983–992.
- Kersten, M., & Piersma, T. (1987). HIGH LEVELS OF ENERGY EXPENDITURE IN SHOREBIRDS; METABOLIC ADAPTATIONS TO AN ENERGETICALLY EXPENSIVE WAY OF LIFE. *Ardea* 75, 175-187.

- Kubelka, V., Sládeček, M., & Šálek, M. (2014). Inter-specific nest scrape reuse in waders: Little Ringed Plovers taking over the nest scrapes of Northern Lapwings. *Bird Study* 61, 282-286. doi:10.1080/00063657.2014.899965
- Kubelka, V., Šálek, M., Tomkovich, P., Végvári, Z., Freckleton, R., & Székely, T. (2018). Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science*, 362 (6415), 680-683. doi:10.1126/science.aat8695
- Mainwaring, M. C., & Hartley, I. R. (2013). The energetic costs of nest building in birds. *AVIAN BIOLOGY RESEARCH* 6 (1), 12-17. doi:10.3184/175815512X13528994072997
- Martin, T. E. (1993). Nest Predation Among Vegetation Layers and Habitat Types: Revising the Dogmas. *The American Naturalist*, Vol. 141, No. 6, 897-913.
- 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, 893–901.
- Møller, A. P. (1987). Egg Predation as a Selective Factor for Nest Design: An Experiment. *Oikos*, Vol. 50, No. 1, 91-94.
- Nickell, W. P. (1956). Variations in Engineering Features of the Nests of Several Species of Birds in Relation to Nest Sites and Nesting Materials. *Butler University Botanical Studies* Vol. 13, Article 14.
- Pakanen, V.-M., Lampila, S., Arppe, H., & Valkama, J. (2015). Estimating sex specific apparent survival and dispersal of Little Ringed Plovers (*Charadrius dubius*). *Ornis Fennica* 92.
- Parrinder, E. D. (1989). Little Ringed Plovers *Charadrius dubius* in Britain in 1984. *Bird Study*(36), 147-153. doi:10.1080/00063658909477019
- Reid J. M., e. a. (2002). Nest scrape design and clutch heat loss in Pectoral. *Functional Ecology*, 305–312.
- Shurulinkov, P., Daskalova, G., Michov, S., & Koev, V. (2016). The distribution, numbers, and breeding of terns and waders on the sand islands along the Bulgarian-Romanian section of the Danube. *NORTH-WESTERN JOURNAL OF ZOOLOGY* 12 (1), 65-77.
- Smith, P. A., & Wilson, S. (2010). Intraseasonal patterns in shorebird nest survival are related to nest age and defence behaviour. *Oecologia* 163, 613–624.
- 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, 835-842.
- Troscianko, J., Wilson-Aggarwal, J., Stevens, M., & Spottiswoode, C. N. (2016). Camouflage predicts survival in ground-nesting birds. *Scientific Reports* (6). doi:10.1038/srep19966
- Tulp, I. S. (2012). Eggs in the Freezer: Energetic Consequences of Nest Site and Nest Design in Arctic Breeding Shorebirds. *PLoS ONE* 7(6), e38041. doi:10.1371/journal.pone.0038041.

- Turner, J. S. (2002). Maintenance of egg temperature. In C. D. Deeming, *Avian Incubation*. (s. 119–142). Oxford: Oxford university Press.
- Williams, J. B. (1996). *Avian Energetics and Nutritional Ecology*. London: Chapman & Hall.