

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



**Bakalářská práce**

**Údržba hnízdní výstelky u čejky černoprsé (*Vanellus indicus*)  
v průběhu inkubace**

**Vedoucí práce: Mgr. Martin Sládeček, Ph.D.**

**Autor: Michal Novotný**

**2024**

Zadání bakalářské práce (přední strana)

Zadání bakalářské práce (zadní strana)

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci „Údržba hnízdní výstelky u čejky černoprsé (*Vanellus indicus*) v průběhu inkubace“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou.

V Praze dne 27. března 2024

.....

Michal Novotný

## Poděkování

Rád bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Martinu Sládečkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a trpělivost při vedení práce.

## Abstrakt, klíčová slova

Úprava hnízdní výstelky patří mezi důležité činnosti většiny druhů ptáků během hnízdění. Jedná se o rodičovskou péči související s úpravou vnitřní části ptačího hnízda, která má významný vliv na hnízdní úspěšnost a vyvedení mláďat. Míra této péče může být ovlivněna životní strategií a partnerskými vztahy konkrétních druhů ptáků. Úpravou hnízdní výstelky jsou zajištěny optimální tepelné a vlhkostní podmínky během inkubace pro správný vývoj zárodku. Její úpravou se také zvyšuje ochrana hnízda před parazity a patogeny. V některých případech může také vhodná úprava výstelky snížit riziko predace hnízda. Stav a kvalita hnízdní výstelky u některých ptáků signalizuje životní kondici stavitele hnízda a může tak ovlivnit výběr vhodného sexuálního partnera.

Péči o výstelku hnízda během inkubace může provádět buď jeden rodič nebo její úpravu zajišťují společně oba dospělí jedinci. Jejich míra úsilí při úpravě výstelky však může být odlišná. Bakalářská práce popisuje souvislosti týkající se úpravy hnízdní výstelky ptáků během inkubace.

**Klíčová slova:** čejka černoprsá, rodičovská péče, hnízdní výstelka, hnízdo, inkubace

## Abstract

The preparation of the nest lining is among the important activities of most species of birds during nesting. This is parental care related to the modification of the inner part of the bird's nest, which has a significant effect on the success of the nest and the hatching of young. The level of this care can be influenced by the life strategy and partner relationships of specific bird species. By adjusting the nest lining, optimal thermal and humidity conditions are ensured during incubation for the correct development of the embryo. Its modification also increases the protection of the nest against parasites and pathogens. In some cases, appropriate litter treatment can also reduce the risk of nest predation. The condition and quality of the nest lining in some birds signals the life condition of the nest builder and can thus influence the choice of a suitable sexual partner.

Care of the nest lining during incubation can be carried out either by one parent or by both adults together. However, their level of effort in adjusting the lining may be different. The bachelor's thesis describes the connections regarding the modification of the nest lining of birds during incubation.

**Key words:** red-wattled lapwing, parental care, nest lining, nest, incubation

# Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíle práce.....	9
3	Literární rešerše .....	10
3.1	Biologický význam hnízda .....	10
3.2	Vliv životní strategie, péče o potomstvo a partnerské vztahy .....	10
3.3	Inkubace vajec .....	13
3.4	Ptačí námluvy, hnízdění a hnízdo .....	14
3.4.1	Ptačí námluvy .....	15
3.4.2	Hnízdění.....	17
3.4.3	Hnízdo .....	18
3.5	Stavba, konstrukce a predace ptačího hnízda .....	19
3.5.1	Stavba ptačího hnízda.....	19
3.5.2	Konstrukce ptačího hnízda .....	21
3.5.3	Predace ptačího hnízda a hnízdní úspěšnost.....	25
3.6	Stavební materiály ptačího hnízda .....	27
3.6.1	Stavební materiály ptačího hnízda .....	30
3.6.2	Výstelkové materiály ptačího hnízda.....	32
3.7	Úprava hnízdní výstelky .....	37
4	Metodika .....	43
4.1	Popis studované populace .....	43
4.2	Pořízení a zpracování záznamu .....	43
4.3	Statistické zpracování dat .....	45
5	Výsledky .....	46
5.1	Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy .....	46
5.2	Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin.....	47
5.3	Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi na jednotlivých hnízdech .....	49
5.4	Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin	50
6	Diskuze .....	53
7	Závěr.....	54
8	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	55
9	Přehled použité grafiky .....	70
9.1	Grafy .....	70
9.2	Tabulky .....	70



9.3	Obrázky.....	70
10	Přílohy .....	71
10.1	Fotografie studovaných hnízd.....	71

# 1 Úvod

Hnízda jsou produkty mnoha živočichů, které byly utvářeny v průběhu evoluce a na základě principů chování jejich stavitelů v historii. V současnosti nám tyto hnízdní konstrukce poskytují důležité informace o ekologii a vývoji jednotlivých živočišných druhů (Mainwaring et al., 2017). Toto chování není vázáno na úzkou řadu živočišných druhů a není také rovnoměrně rozptýleno v živočišné říši. Pozoruhodná a komplexní hnízda se však vyskytují převážně jen ve třech třídách, z toho dvou členovců: pavoukovci (*Arachnida*), hmyz (*Insecta*) a jedné třídě obratlovců: ptáci (*Aves*) (Hansell, 2000). Tyto zvláštní hnízdní útvary a konstrukce zajišťují zejména vhodné teplotní podmínky pro vývoj vajec, mláďat a zajišťují také ochranu před predátory (Deeming et al., 2020a). Stavba a úprava těchto útvarů a konstrukcí je považována za jeden z mnoha instinktů chování daného druhu, které je odrazem jeho morfologických a fyziologických vlastností. U mnoha živočišných druhů je také úspěšnost vyvedení mláďat spojována s instinktem rodičovské péče či investicí (Collias & Collias, 1984). Rodičovskou péčí či investicí popisujeme různorodou činnost rodiče, která zvyšuje šanci potomka na přežití a tím zvyšuje jejich reprodukční úspěch. Nejčastěji rodičovskou péčí spojujeme s přípravou a údržbou hnízdních konstrukcí a útvarů, péčí o vejce a mláďata do dosažení potravní nezávislosti. V rámci většiny hlavních skupin živočichů je míra péče samců a samic o mláďata velmi rozdílná (Clutton-Brock, 1991).

## 2 Cíle práce

Prvním cílem této bakalářské práce je vypracování literární rešerše na téma hnízdní výstelky ptáků v souvislosti s jejich hnízděním. Obsahem druhé části bakalářské práce je praktické zpracování videozáznamů se zaměřením na pozorování a statistickým zpracováním míry úsilí údržby hnízdní výstelky samic a samců čejky černoprsé (*Vanellus indicus*) během inkubace.

## **3 Literární rešerše**

### **3.1 Biologický význam hnízda**

Sexuální chování patří k nejdůležitějšímu a základnímu životnímu projevu živočichů. U většiny živočichů je známá pohlavní diferenciací a rozmnožování. Plození potomstva a předání genetické informace je životním cílem každého živočicha. Genetické informace každého druhu jsou předávány podle jeho životní strategie, která ovlivňuje míru rodičovské péče o mláďata a jejich vývoj (Breed & Moore, 2016).

Hlavně u teplokrevných živočichů je pro správný vývoj zárodků a narozených mláďat nutné zajištění tepelné regulace a dostatku potravy. Tepelná regulace hnízda během inkubace je ovlivněna mikroklimatickými podmínkami, které panují na hnízdišti daného druhu živočicha. Například u bahňáků můžeme pozorovat ochranu vajec před velkou mírou slunečního záření, kdy ochlazují vejce vodou nebo je udržují ve stínu pod křídly (Veselovský, 2005). Proto je také úspěšnost rozmnožování mnoha živočichů ovlivněna s vhodným umístěním a kvalitou postaveného hnízda, které vedou ke snižování energetických nákladů rodičů (Skowron & Kern, 1980).

### **3.2 Vliv životní strategie, péče o potomstvo a partnerské vztahy**

V širokém druhovém zastoupení živočichů můžeme pozorovat jejich velmi obsáhlé chování vedoucí ke zlepšení vývoje a zvýšení šancí na přežití jejich potomků. V tomto chování živočichů můžeme rozlišit jejich přímou péči o vlastní vejce a mláďata a nepřímou péči, která souvisí především se stavbou a úpravou jejich různých hnízd. Tyto hnízda pomáhají živočichům zajistit úspěšné rozmnožování. Souhrnně toto chování označujeme jako rodičovskou péči (Clutton-Brock, 1991). Vrozená rodičovská péče se u živočichů vyvíjela v průběhu jejich evoluce a nejčastěji spojujeme s ochranou vajec, mláďat a hnízda před predátory (Navarrete-Fernández et al., 2014).

Její úroveň je významně ovlivněna životní strategií jednotlivých druhů živočichů. Životní strategie živočichů jsou významně ovlivněny jejich ekologickými podmínkami. Minimální nebo žádnou rodičovská péči pozorujeme u živočichů, které řadíme do kategorie r-stratégů. Tyto živočichové obývají stanoviště s rannou sukcesí, plodí velké množství mláďat a současně mají vysokou úmrtnost. Jejich hnízdní útvary jsou konstrukčně velmi jednoduchá. Do této kategorie živočichů můžeme zahrnout hmyz, ryby či obojživelníky (Veselovský, 2005). Například hnízdo skokana zeleného (*Pelophylax esculentus*) tvoří rosolovitý chomáč, který tvoří 50 až 600 kusů vajíček. Tento chomáč je umístěn pod vodní hladinou a pevně uchycen k různým částem vegetace (Maštera et al., 2014).

Vyšší míru rodičovské péče o zárodky a mláďata pozorujeme u živočichů, které řadíme do skupiny K-stratégů. Jejich hnízdní útvary neboli hnízda jsou konstrukčně složitější, které zajišťují vyšší míru přežití jejich mláďat. Mezi zástupce těchto živočichů patří savci (třída *Mammalia*) nebo ptáci (třída *Aves*) (Veselovský, 2005). S největší pravděpodobností kvalita rodičovské péče ovlivňuje také kondici mláďat a její míra souvisí s hnízdní zkušeností rodičů, což úzce souvisí s jejich věkem a biologickou zdatností (fitness). Podle závěrů studie zkoumající hnízdní úspěšnost racka stříbřitého (*Larus argentatus*) měla mláďata mladých párů výrazně horší přežívání než mláďata starších rodičů (Bogdanova et al., 2007). U některých ptačích druhů může být rodičovská péče zajišťována prostřednictvím pouze jediného rodiče (uniparentální péče) nebo oběma rodiči (biparentální péče). Například, pouze samčí rodičovskou péči o potomstvo pozorujeme u nejprimitivnějších druhů žijících ptáků (čeleď *Tinamidae*, nadřád *Palaeognathae*) (Hansell, 2000). Bi-parentální péče je pravděpodobně výhodnější, protože umožňuje vzájemné zastoupení partnerů při rodičovské aktivitách a zajišťuje tím vyšší hnízdní úspěšnost (Marques, 2004). U ptáků se nejspíše vyvinula v souvislosti se selekčním tlakem upřednostňující vývoj mláďat, aby byla po vylíhnutí poměrně vyspělá a soběstačná, což pravděpodobně vedlo ke zvětšení vajec. Zvětšení vajec zřejmě způsobilo zvýšení míry predace ptačích hnízd. Vyšší míra predace ptačích hnízd pravděpodobně vedla k vyšší aktivitě samců při ochraně hnízd. Tato adaptace samců na ochranu hnízd umožnila samicím větší produkci vajec a jejich inkubace vedla k urychlení jejich vývoje. Tento typ péče je dnes pozorován přibližně u 90 % ptačích druhů (Hansell, 2000).

Podle studie zkoumající rodičovské chování monogamních párů čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) odhalila, že se na inkubaci vajec podíleli oba rodičové po dobu 82 % z celkového času. Zaznamenáno bylo také významné rozdělení rodičovských aktivit. Inkubaci vajec věnovali samice více času (64 %) než samci (27 %) a ochranu hnízda více zajišťovali samci (3 % času) oproti samicím (< 1 % času). V případě polygynních párů trávila samice inkubací vajec 95 % času, zatímco monogamní a polygynní samci prováděli inkubaci vajec srovnatelnou dobu. V případě ochrany mláďat před predátory a dalšími jedinci čejek byla aktivita samců a samic vyrovnaná. Autoři této studie také předpokládají, že podobné zastoupení a rozdělení rodičovských aktivit může být také pozorovatelné u dalších druhů čejek (rod *Vanellus*). Důvodem rozdělení a časovým zastoupením aktivit rodičů může být podle autorů ovlivněno pohlavním výběrem samců, kteří se snaží omezit inkubaci a vzniklý časový prostor využít pro lákání a dvoření dalším samicím (Liker & Székely, 1999).

Ve studii zabývající se hnízdním chováním orla jestřábího (*Aquila fasciata*) byla při stavbě hnízda pozorovaná vyrovnaná rodičovská péče. S největší pravděpodobností se jedná o námluvní signály představující vzájemnou ukázkou rodičovských kvalit obou partnerů. Rozdíl v péči byl pozorován následně během inkubace, kdy samice více investovaly času do shromažďování hnízdního materiálu a úpravy hnízda (Martínez et al., 2022). Rodičovská péče může být zároveň významně ovlivněna partnerskými vztahy, které u ptáků pozorujeme. Tyto vztahy jsou proměnlivé jak svou délkou trvání, tak i typem partnerského svazku. Některé druhy či celé skupiny ptáků, například podčeleď jespáků (*Calidrinae*) mohou mít i několik typů svazků. U těchto ptáků můžeme pozorovat monogamie, polygynie, polyandrie či promiskuita. Současně mohou jednotlivé svazky vykazovat rozdílnou míru péče obou rodičů o mláďata či hnízdo, což může být způsobeno různými skutečnostmi. Případná rozdílná rodičovská péče může způsobit opuštění hnízda jednoho z rodičů a tím, ovlivnit úspěšnost hnízdění. Nejvíce mohou být ohroženi ptačí druhy s nákladnou rodičovskou péčí. Toto chování bylo pozorováno u vrabce pokřovního (*Passer hispaniolensis*) (Marques, 2010). Pro úspěšné hnízdění biparentálních druhů je také velmi důležitá rodičovská komunikace, která je pravděpodobně zajišťována pomocí vrozených akustických a vizuálních signálů (Sládeček et al., 2019).

U ptáků můžeme také posuzovat míru rodičovskou péče, která je ovlivněna stupněm vývoje jejich mláďat po vylíhnutí. Ptačí mláďata mohou být plně soběstačná (prekociální). Dále jsou mláďata, která rodiče vodí a krmí nebo zůstávají na hnízdě a jsou rodiči krmena a zahřívána. Poslední skupinou jsou mláďata zcela odkázána na péči rodičů (altriciální) (Veselovský, 2001). Celkově tyto všechny skutečnosti tak mohou pravděpodobně vysvětlovat vznik velkého množství typů rozmanitých ptačích hnízd a způsobů ptačích inkubací, které jsou formovány vrozenými, ekologickým a evolučními předpoklady jejich stavitelů (Collias, 1986).

### 3.3 Inkubace vajec

Inkubaci vajec řadíme mezi rodičovskou péči ptáků během hnízdění. Podstatou inkubace je především zahřívání vajec a udržování vhodného mikroklimatu pro správný vývoj zárodků. Nejčastěji ptačí inkubace probíhá prostřednictvím jejich hnízd (kontaktním způsobem). Zdrojem tepelné energie pro zahřívání vajec je jeden z rodičů. Proces inkubace patří mezi energeticky nejnáročnější aktivity ptáků (Hilton et al., 2004). Například vlhovec červenokřídlý (*Agelaius phoeniceus*) spotřeboval během inkubace vajec v průměru 248 J/h (Walsberg & King, 1978).

Inkubační doba vajec je vymezena časovým intervalem mezi snesením prvního a vylíhnutím posledního vejce (Singh et al., 2019). Její délka je ovlivněna hnízdními podmínkami jednotlivých ptačích druhů, velikostí snůšky a také hmotností jejich vajec. Nejrychlejší inkubace v rozmezí 10 dnů až 12 dnů probíhá u menších druhů ptáků a nejdelší až 95 dnů u tabonů (rod *Megapodius*) (Veselovský, 2001). Například délka inkubace vajec čejky černoprsé, na které se podílí společně oba rodiče trvala 28 až 30 dnů (Narwade et al., 2011). Optimální teploty pro inkubaci ptačí snůšky se pohybují v rozmezí 2 °C až 3 °C pod běžnou tělesnou teplotou ptáků. U jednotlivých ptačích druhů kolísá teplota inkubace mezi 34 °C a 38 °C. Pokud je teplota vyšší než 41 °C, anebo naopak nižší než 30 °C, dochází k zastavení vývoje a úhynu zárodku (Skowron & Kern, 1980). Inkubaci a tím hnízdní úspěšnost ptáků může významně ovlivnit rychlost proudění vzduchu v hnízdě, který způsobuje ochlazování vajec. Například při rychlosti proudění vzduchu 1,2 m/s došlo k ochlazení vajec po 30 minutách o 10 °C (Hilton et al., 2004). Ptačí druhy hnízdící v horkých podnebí musí naopak chránit vejce před přehřátím svým tělem.

Někteří bahňáci (podřád *Charadrii*) si také namáčejí břišní peří do vody. Následně jimi ochlazují vejce, aby jejich teplota nebyla příliš vysoká a nedošlo k odumření zárodků (Williams, 1996). Pravděpodobně tak byl v průběhu evoluce na ptáky vytvářen selekční tlak vedoucí k upřednostňování určitých způsobů inkubací v souvislosti s klimatickými podmínkami hnízdiště (Hilton et al., 2004). Předpokládá se, že na začátku svého evolučního vývoje ptáci zahrabávali svá vejce do půdy. Inkubace následně probíhala prostřednictvím tepelné energie z geotermálních pramenů, tepla vznikajícího během rozkladu vegetace či paprsky slunečního záření (Veselovský, 2001). Právě velmi podobné hnízdní chování pozorujeme u současných plazů, například u karety obrovské (*Chelonia mydas*) (Hansell, 2000). S největší pravděpodobností je tato podobnost inkubace dána společným předkem ptáků a plazů (třída *Reptilia*) – dinosaury *Protarchaeopteryx* a *Maniraptora* (infrařád *Theropoda*), kteří byli pravděpodobně příbuzní s nejstarším, známým druhem ptáku *Archaeopteryx lithographica*, který žil před 150 miliony let (Wellnhofer, 1990). Tento nejjednodušší a vývojově nejstarší způsob inkubace (nekontaktní inkubace) vajec můžeme v současnosti pozorovat u australského tabona holubího (*Leipoa ocellata*), který svá vejce zahrabává do vyhřátého písku (Collias, 1986). Dlouhý evoluční vývoj ptačích hnízd a jejich termoregulačních vlastností nejspíše umožnil přežít ptákům období vymírání neptačích dinosaurů (Hilton et al., 2004) a toto přizpůsobení bylo pro ptáky pravděpodobně zásadní a důležité jako pro savce výživa mlékem či živorodost (Deméré et al., 2002).

### 3.4 Ptačí námluvy, hnízdění a hnízdo

Aktivitu zaměřenou na hledání a výběr vhodného stanoviště pro stavbu hnízd můžeme pozorovat u mnoha živočichů. Výběr vhodného stanoviště kladně ovlivňuje úspěšnost vyvedení jejich mláďat (Järvinen & Brommer, 2020). Dostupnost vhodného hnízdiště pro živočichy také patří k limitujícím podmínkám pro jejich přežívání (Collias, 1986).

Vlastnímu výběru vhodného stanoviště pro umístění hnízda také může předcházet předvádění a namlouvání dospělých jedinců (Narwade et al., 2011).



### 3.4.1 Ptačí námluvy

Partnerské námluvy jsou projevem chování, které má usnadnit přitažlivost jedinců opačného pohlaví pro páření a jsou běžné v celé živočišné říši (Mitoyen et al., 2019). Ptačí rozmnožování se významně liší od ostatních zvířecích druhů. Především se jedná o anatomické, fyziologické a etologické rozdíly. Mezi rozdílné etologické chování v ptačí říši můžeme zahrnout proces vytváření teritorii, rodičovskou péči a námluvy (Veselovský, 2001). Ptačí námluvy neboli ptačí tok souvisí s výběrem vhodného partnera pro rozmnožování. U mnohých ptačích druhů pozorujeme zvukové projevy, nejčastěji zpěv či volání. Ptáci také často využívají při toku zrakové projevy zahrnující tanečky, akrobatické lety, pohyby křídel a ocasu. Například samec čejky černoprsé po získání teritoria zahájí námluvy vokalizací a vábí samici, kterou následně vítá létáním. Poté se pomalou chůzí přibližuje k samici s vějířovitě roztaženým ocasem a se vzpřímeným krkem. S nafouknutou hrudí se samec snaží upoutat pozornost samice a poté předvádí svůj let a volání. Samice reaguje na samce krátkým a rychle opakujícím voláním. Vytvořený pár vytvoří letící formaci s rozvěšenými ocasy, s mělkými a rychlými mávnutí křídel a řadou volání (Saxena & Saxena, 2013).

U některých ptačích druhů také pozorujeme námluvy v podobě předvádění postavených hnízd (Byrkjedal et al., 2013). Ve většině případech si vybírají samice, protože jejich energetický podíl investice do rozmnožování je oproti samcům větší. Současně mají samice omezené možnosti rozmnožování, které jsou dány menším počtem pohlavních buněk (Mainwaring et al., 2014). Nejčastěji však pojem námluv spojujeme se samčími projevy lákající samice ke kopulaci, ale často se také jedná o interakci mezi oběma pohlavími nebo námluvy mohou probíhat obráceně v obvyklých sexuálních rolích (Mitoyen et al., 2019). Samice si vybírají odolné samce na základě sekundárních pohlavních znaků, jejichž plné vyjádření závisí na zdraví a vitalitě samců. Mezi tyto znaky ovlivňující výběr samic můžeme zařadit například vybledlost odstínu peří samce nebo jeho nižší energetické projevy při námluvách (Moyer & Clayton, 2004) či obraně hnízda před predátory, kdy slabší nebo parazitovaní samci nejsou samicemi preferováni (Kis et al., 2000).

Hnízdní výstelka a její úprava může být také součástí ptačích námluv. Například samci kulíka hvízdavého (*Charadrius melodus*) během námluv občas házeli kousky mušlí do vyškrabané jamky a směrem k ní.

V přítomnosti samice začal samec také předvádět svá postavená hnízda. Přebíhal se skrčenou hlavou a s roztaženým, zvednutým ocasem mezi hnízdy. Pokud se samice přiblížila blíže k hnízdu, samec začal upravovat hnízdo s vyšším úsilím (Cairns, 1982). Podobné chování bylo pozorováno u samce čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*). Před tokem si samec nejprve vytyčil hnízdní teritorium, které následně aktivně bránil a současně vyhrabával hnízda (Kubelka et al., 2014). Samice čejky chocholaté navštívila 7 různých teritorií. Během těchto návštěv se vždy krmila a pozorovala samce, který prováděl ukázky vyškrabávání hnízd. Bylo zjištěno, že tímto hledáním vhodného samce pro spáření samice strávila celkem 105 minut (Byrkjedal et al., 2013).

Po přilákání samice čejky andské (*Vanellus resplendens*) došlo ke zasnubnímu tanečku, kdy oba jedinci skloní hlavu, zvednou ocas a několikrát rozevřou křídla. Před vlastní kopulací následovalo několika vteřinové vzájemné pozorování. Poté samec začal tlačit prsy za současného otáčení a škrabání nohou prohlubeň do substrátu. Vzniklá prohlubeň a její okolí bylo oběma jedinci postupně upravováno tak, že vhodná výstelka byla zobákem házena směrem k prohlubni (Dillenseger et al., 2022). Uvedené chování samice nejspíše potvrzuje vysoký význam výběru vhodného samce pro páření a odchov mláďat. Na základě mnoha pozorování nejspíše souvisí pozitivní reprodukční úspěšnost samců s množstvím postavených hnízd. Například samička střízlíka obecného (*Troglodytes troglodytes*) si tímto způsobem nejspíše vybírá vhodného samečka, protože některá jím z postavených hnízd neslouží k vyvedení mláďat. Obdobně se také chovají pěnkavy (rod *Geospiza*) na Galapágských ostrovech. Nejspíše tato nevyužitá hnízda mají signální funkci a mohou tak souviset s pohlavním výběrem, kdy větší počet postavených hnízd může signalizovat fitness samečka (Moreno, 2012). Stavbu a úpravu hnízda s jeho předváděním v souvislosti s ptačím tokem lze označit za rozšířený fenotypový signál daného ptačího druhu (Martínez et al., 2022). Uvedeným chováním jedinec pravděpodobně signalizuje opačnému pohlaví svoji zdatnost, budoucí rodičovské schopnosti či schopnosti spojené se stavbou hnízda (Moreno, 2012).

### 3.4.2 Hnízdění

Pro většinu ptáků je při volbě vhodného místa pro jejich hnízdění pravděpodobně nejvýznamněji podmínkou přítomnost predátora v daném prostředí nebo naopak jejich schopnost obrany hnízd před ním (Navarrete-Fernández et al., 2014). Nejspíše je také jeho výběr významně ovlivněn přítomností a dostatkem materiálu pro stavbu hnízda a potravy. Například pozorováním čejky chocholaté bylo zjištěno, že při výběru hnízdiště nebyla upřednostňována dostupnost potravy v blízkém okolí, ale především schopnost prostředí snížit míru rizika predace hnízd. Proto nejčastěji upřednostnili při výběru neobdělávané zemědělské pozemky a také velká pole s jařinou. Na těchto polích bylo umístěno 68 % všech hnízd, přičemž celková plocha těchto polí zaujímala 34 % z celkové plochy hnízdišť. Zároveň se hnízda nacházela na vzdálených místech od cest a stromů (Galbraith, 1989). Výsledky pozorování čejky chocholaté také potvrdily, že velikost výstelky hnízda byla kladně ovlivněna rostoucí dostupností stavebního materiálu a zvyšující se vlhkostí na hnízdišti. Vliv případných predátorů na velikost výstelky se neprojevil (Kubelka. et al., 2019). Ptáci mohou být při výběru vhodného hnízdiště také ovlivněni přítomností dalších jedinců stejného nebo jiného druhu, které mají stejné či podobnou ekologickou niku (Collias, 1986). V souvislosti s touto hypotézou výběru hnízdiště bylo pozorováno teritoriální chování u kulíka hvízdavého. Při ustanovení hranic teritoria bylo pozorováno chování, při kterém soupeřící samci používali pozemní a vzdušné pronásledování. Hranici sousedních teritorií samci nejčastěji udržovali pomocí paralelních běhů podél této hranice. Velikost pozorovaných teritorií byla v průměru 4000 m<sup>2</sup> a jednotlivá hnízda byla od sebe v průměru 52 m vzdálená (Cairns, 1982). Neméně podstatné jsou pro výběr vhodného stanoviště také mikroklimatické podmínky, které mohou být ovlivněny teplotou a vlhkostí prostředí. Pravděpodobně také může výběr vhodného hnízdiště ovlivnit složení výstelky. Pozorováním kulíka hvízdavého bylo zjištěno, že svá hnízda vytvořil na dvou různých stanovištích. Hnízda, která byla umístěná na různorodém substrátu a hrubším písku dále od pobřeží oceánu obsahovala poměrně více úlomků mušlí, než hnízda nacházející se blíže k pobřeží (Greenwald, 2009). Při výběru stanoviště pro stavbu svých hnízd mohou být ptáci také ovlivněny předchozí hnízdní zkušeností.

V souvislosti s negativními dopady klimatických změn a vlivem chování člověka můžeme pozorovat krátkodobé adaptace ptáků při výběru hnízdišť (Mainwaring et al., 2017) či změny v upřednostňování hnízdišť (Deeming & Reynolds, 2015). Například pozorování čejky černoprsé potvrdilo její schopnost přizpůsobení se městskému prostředí a také upřednostňování stanovišť s nízkým rušením člověkem a domácích zvířat během inkubace (Sethi et al., 2011). Pravděpodobně z tohoto důvodu byl zjištěn největší počet hnízdění tohoto druhu během měsíce května v mokřadních oblastí (Narwade et al., 2011). To potvrzují také závěry pozorování tohoto druhu na dalším stanovišti v Saudské Arábii. Tyto záznamy, které sloužily pro zpracování této práce prokázaly, že tento druh preferoval hnízdiště s velmi krátkou dostupností k vodní ploše. Právě tato dostupnost vody je pro tento druh velmi důležitá, protože umožňuje ochlazovat snůšku během inkubace a tím zajistit optimální podmínky pro vývoj vajec (Elhassan et al., 2021).

### 3.4.3 Hnízdo

Hnízdo či nora je druhově typická, různorodá konstrukce či útvar budovaný živočichy z různých stavebních materiálů. Hlavní funkcí těchto útvarů je zajištění vhodných mikroklimatických podmínek (tepelných a vlhkostních) pro správný vývoj zárodků či mláďat a zároveň plní jejich ochranu před případnými predátory (Deeming et al., 2020a). Přestože hlavní a nejviditelnější funkcí ptačího hnízda je inkubace a odchov mláďat, přibývají v současnosti hypotézy o jeho dalších funkčních významech. Výsledky některých studií naznačují, že ptačí hnízdo může také zprostředkovávat informace o jeho staviteli v souvislosti s ptačím tokem, které jsou blíže popsány v kapitole 3.4.1. Hnízda jsou také důležitá v období mimo rozmnožování, kdy mohou plnit funkci dočasného úkrytu pro dospělé jedince před predátory, nepředvídatelnými klimatickými podmínkami a jsou tak ovlivněny mnoha vlastnostmi konkrétních ptačích druhů (Collias, 1964). Důležitým prvkem odrážející rozdíly v kvalitě provedení hnízd může souviset s úrovní poskytované rodičovské péče konkrétního stavitele (Deméré et al., 2002) a pravděpodobně tak souvisí s jeho vrozenými, ekologickými a evolučními předpoklady (Collias, 1986).

Rozmanitost těchto hnízdních útvarů je také popisována jejich velikostí. Malá a nenápadná hnízda jsou pozorována u menších druhů ptáků-pěvců (řád *Passeriformes*), oproti velkým a nápadným hnízdům čápovitých (čeleď *Ciconiidae*) či jestřábovitých (čeleď *Accipitridae*) (Collias & Collias, 1984). V rámci některých ptačích druhů také pozorujeme tvarově a konstrukčně odlišná hnízda, která mohou být tvořena odlišným stavebním materiálem. Tyto uvedené rozdíly mohou být způsobené aktuální situací na hnízdišti. Například zjištěné rozdíly ve velikosti hnízd kosa černého souvisely pravděpodobně s predací, kdy menší hnízda byla méně predována (Møller, 1990). Různé stavební materiály a jejich množství bylo pozorováno ve vnější částech hnízd rehka zahradního (*Phoenicurus phoenicurus*), což bylo pravděpodobně způsobeno dostupností těchto materiálů na hnízdišti (Briggs & Deeming, 2021).

### **3.5 Stavba, konstrukce a predace ptačího hnízda**

#### **3.5.1 Stavba ptačího hnízda**

Stavba hnízda, nory či jiného typu úkrytu je pozorovaná u mnoha živočichů. Tato péče patří mezi nejdůležitější činnost těch živočichů, jejichž úspěšnost s vyvedením mláďat přímo závisí. Například velmi jednoduchou stavbu hnízd pozorujeme u plazů. Želvy (řád *Testudines*) nebo někteří krokodýli (řád *Crocodylia*) hloubí jámy do substrátu, ve kterých zahrabávají svá vejce (Hansell, 2000). Nejčastěji je pojem „hnízdo“ spojováno a popisováno v souvislosti s ptáky. Stavba hnízda může být pro některé druhy ptáků energeticky nákladné činnosti (Collias, 1986) a lze předpokládat, že vlivem přírodního výběru budou ptáci upřednostňovat cokoli, co by mohlo výdej jejich energie snižovat (Collias, 1964). Proto některý druh ptáků mohou využívat úsilí ostatních ptáků tím, že jim kradou stavební materiál nebo hotová hnízda a mohou případně obývat stará hnízda (Mainwaring et al., 2014). Například lesní druh bahňáka-vodouš kropenatý (*Tringa ochropus*) si nestaví vlastní hnízdo. Pro hnízdění používá opuštěná hnízda drozdů (rod *Turdus*), sojek (rod *Garrulus*) a vran (rod *Corvus*) nacházejících se na stromech či keřích (Zwdárek, 1999). Podstatou stavby ptačího hnízda je tvarování, kdy ptáci odstraňují zvolený stavební materiál z hnízdiště nebo naopak, dochází k jeho hromadění a následně k jeho zpracování. Ptačí hnízda vznikají mnoha způsoby a lze je rozdělit podle použité stavební techniky.

Mezi tyto techniky stavby ptačích hnízd patří tvarování, vytváření hromádek, slepování, proplétání a tkaní. Při tvarování ptáci upravují měkký materiál do požadovaného tvaru. Tímto způsobem staví svá hnízda například bahňáci. Formování hnízd probíhá pomocí jejich prsou opřených do substrátu za současného otáčení těla kolem svislé osy. Společně s tímto pohybem vyhrabávají z pod těla pomocí nohou substrát (Goodfellow, 2011). Zobákem formují svá hnízda vlaštovkovití (čeleď *Hirundinidae*), která jsou tvořena opakovaným navršováním směsi bláta a jejich slin (Jung et al., 2021). Hromadění stavebního materiálu a tím vytváření plošinového hnízda pozorujeme například u čápoovitých, pelikánovitých (čeleď *Pelecanidae*), krkavcovitých (čeleď *Corvidae*) a dalších čeledí. Tímto způsobem vznikají také hnízda vodních druhů. Pro vytlačení prohlubně v hnízdní hromádce kachnovitých (čeleď *Anatidae*) používají ptáci nohou a prsou (Kear, 1970). Slepováním vegetace pomocí bahna vznikají hnízda racka tříprstého (*Rissa tridactyla*), zatímco tyranovec útesový (*Hirundinea ferrunginea*) využívá místo bahna vlastní výměšky hlenu (Sick, 1993). Proplétáním suchého stavebního materiálu zajišťuje hnízdům celistvost a pevnost. To může být důkazem jejich prostorové představitivosti a zároveň schopnosti těchto stavitelů odhadnout fyzikální vlastnosti stavebních materiálů. Lehké hnízdo vzniklé z volně propletených větviček vytváří kotinga křiklavá (*Lipaugus vociferans*) nebo tímálie žlutobřichá (*Mixornis gularis*) jejichž hnízdo vzniká z úhledně propletených širších proužků vegetace (Hansell, 2000). Zatím ale není známo, jakým způsobem ptáci poznají, kterou techniku stavby hnízda mají použít. Podle některých studií však vyplývá, že se ptáci liší v rámci jednoho druhu ve svých stavebních schopnostech. Tyto rozdíly pak mohou také způsobit rozdíly ve výstavbě hnízda (Deeming & Reynolds, 2015). Rychlost stavby hnízda se může mezi jednotlivými druhy ptáků lišit. Většina studií zkoumající ptáky uvádí dobu výstavby hnízda od jeho zahájení po snesení prvního vejce. Příkladem může být výstavba hnízda lejska černohlavého (*Ficedula hypoleuca*) trvající průměrně 8,6 dne (Moreno et al., 2008) oproti průměrným 13 dnům trvající výstavbě hnízda sýkory koňadry (*Parus major*) (Smith et al., 2013). Z důvodu vysokých energetických výdajů při stavbě hnízda dochází často k dělbě práce mezi samcem a samicí (Mainwaring et al., 2014). Například při stavbě hnízda snovače zahradního (*Ploceus cucullatus*) se samec zaměřil na budování vnější části hnízda, zatímco samice upravovala jemnými travinami a peřím vnitřní část hnízda (Collias, 1986).

Stavba hnízda může souviset s přírodním výběrem, který ovlivňuje konstrukci hnízda a zároveň může být jeho stavba ovlivněna pohlavním výběrem, protože hnízda mohou obsahovat fenotypové signály stavitele. Zatímco u hnízd stavěných pouze samci mohou být tyto signály v podobě velikosti či designu hnízda, tak v případě hnízd stavěné samicemi mohou být záměrně vyzdobeny peřím (Mainwaring et al., 2014). Například samice vřabky žlutohřbeté (*Euplectes macroura*), snovače červeného (*Euplectes orix*) nebo střízlíka obecného si vybírají vhodného samce na základě počtu postavených hnízd v rámci jeho teritoria (Friedl & Klump, 2000). Nejspíše také úprava okolí hnízda bělořítka černého (*Oenanthe leucura*) souvisí s pohlavním výběrem samice. Samec tohoto druhu nosil před kladením vajec do hnízdních dutin v jeskyních a ve skalách velké množství kamínků. Jeho chování bylo časově a energeticky velmi náročné. Podle závěrů studie nanošené kamínky neovlivňovaly inkubaci vajec či nesnižovaly míru predace hnízd. Zároveň bylo zjištěno, že množství nanošených kamínků kladně souviselo s rozsahem otcovské péče (Moreno et al., 1994). Pravděpodobně také při stavbě hnízd dochází ke kompromisu mezi přírodním a pohlavním výběrem, kdy přírodní upřednostňuje malá hnízda a pohlavní vybírá hnízda velká (Mainwaring et al., 2014).

### 3.5.2 Konstrukce ptačího hnízda

Konstrukce ptačích hnízd jsou nejspíše neustále ovlivňovány přírodním výběrem, tak aby stále zajišťovala optimální podmínky pro vývoj a přežití mláďat (Järvinen & Brommer, 2020). Z tohoto důvodu jsou pravděpodobně tvary a konstrukce ptačích hnízd druhově odlišné (Moreno, 2012) a jsou významně ovlivněné klimatickými podmínkami (Mainwaring et al., 2017) a predátory vyskytujícími se na stanovišti (Mainwaring et al., 2014). Tyto důmyslné a různorodé konstrukce ptačích hnízd vznikají díky kognitivním funkcím ptáků, které jim umožňují vnímat okolní svět a reagovat na měnící se podmínky prostředí. U jedinců stejné čeledi můžeme většinou pozorovat velmi podobná hnízda, zatímco hnízda jednotlivých druhů se mohou lišit tvarem, konstrukcí, umístěním a použitím stavebních materiálů (Mainwaring et al., 2014). Také se předpokládá, že existují větší vnitrodruhové rozdíly ve struktuře a stavbě hnízd postavených nad úrovní země, než u hnízd umístěných na zemi (Deeming & Reynolds, 2015).

Například studie zaměřená na hnízdění pěvců potvrdila, že mohou existovat rozdíly ve volbě stavebních na úrovni jednotlivých jedinců (Mennerat et al., 2009). U většiny ptačích hnízd lze rozpoznat funkčně odlišné konstrukční části tvořené různými stavebními materiály (Deeming & Reynolds, 2015). Tyto části zahrnují základnu hnízda, vnější (dekorativní) část, strukturální (konstrukční) část a vnitřní část hnízda obsahující výstelku. Základna hnízda významně ovlivňuje stabilitu umístěného hnízda hnízdišti a její konstrukční provedení zamezuje případnému pádu z hnízda. Funkce vnější části hnízda většinou spočívá v umístění dekoračního materiálu, který může snížit viditelnost hnízda. Tato část hnízda u mnoha druhů chybí a případná její přítomnost neovlivňuje stabilitu a pevnost hnízda. Strukturální část hnízda zajišťuje hnízdu pevnost a celistvost bránící jeho deformacím a rozpadu. Výstelku hnízda používá většina ptačích druhů. Její hlavní funkcí je zajištění vhodných mikroklimatických podmínek pro vývoj vajec a zároveň slouží k jejich ochraně před mechanickým poškozením (Moreno, 2012). Například ve studii zaměřené na zkoumání vlivu nadmořské výšky na konstrukci a hnízdní výstelku šatovníka amakihi (*Chlorodrepanis virens*) bylo u tohoto druhu pozorováno nejméně 5 typů tvarově rozdílných pohárkových hnízd. S největší pravděpodobností jsou pozorované rozdíly hnízd ovlivněny nadmořskou výškou a klimatickými podmínkami stanovišť (Kern & Van Riper, 1984). Vhodné mikroklimatické podmínky pro vývoj mláďat a také tepelné ztráty hnízda mohou významně ovlivnit velikost a hmotnost hnízda. Větší, těžší hnízda se silnějšími stěnami měla nižší rychlost ochlazování a lépe tak zajišťovala teplotní stálost vajec během inkubace (Akresh et al., 2017). Pravděpodobně z tohoto důvodu ptáci umísťují hnízda do zákrytu kmenů či větví od směru převládajících klimatických změn (četnější bouřky či silné větry) (Collias, 1986). Konstrukci ptačích hnízd obecně rozlišujeme na otevřená a uzavřená. Jejich tvar souvisí také s jejich umístěním. Hnízda umístěná nad zemí většinou mají tvar pohárku, kopule či kopule s trubicí, případně plošiny. Uzavřené hnízdo může být tvořeno na stanovišti přirozenou nebo ptáky vybudovanou stříškou, která společně s hnízdní stěnou tvoří uzavřený prostor. Oproti otevřené konstrukci hnízd mají uzavřená hnízda většinou omezený vstup. Předpokládá se, že tato konstrukce by mohla poskytovat ptákům vyšší ochranu před predátory, což se nepotvrdilo. S největší pravděpodobností tato konstrukce zajišťuje tepelnou úsporu, protože se její stavitelé vyskytovali častěji mimo hnízdo a zároveň docházelo k pomalejšímu ochlazování jejich snůšky.



Stavba těchto hnízd je nejčastěji pozorována mezi pěvci a také u menších druhů v tropech a na jižní polokouli. Možné příčiny vysvětlující tento jev mohou souviset s vyšší tepelnou ztrátou menších hnízd a zároveň také s případnou ochranou před nadměrným slunečním zářením (Slagsvold, 1989). Ptáci hnízdící na zemi stavějí většinou jednoduchá hnízda ve tvaru jamky, kopečku nebo jejich hnízda tvoří jen lůžko (Hansell, 2000). Jednoduchost těchto hnízd je pravděpodobně ovlivněna tím, že se nachází v otevřených biotopech většinou s nedostatkem stavebních materiálů na stanovišti (Goodfellow, 2011). Tento způsob hnízdění nejspíše také představuje potenciální kompromis mezi kryptickou vajíčkou z pohledu predace a termoregulačního omezení při stavbě hnízda z pohledu regulace inkubační teploty (Martin et al., 2017). Někteří ptačí druhy staví mohylová hnízda, která jsou tvořena nahromaděným materiálem. Pod silnou vrstvou tohoto tlejícího materiálu, kde jsou uložena vejce probíhá inkubace. Mohylové hnízdo tučňáka kroužkového (*Pygoscelis adeliae*), které je tvořeno kamínky zajišťuje snůšce ochranu před sněhovými závějemi či následným zaplavením (Morandini et al., 2021). V mělkém vodním prostředí si staví své mohyly lyska velká (*Fulica gigantea*). Její hnízda mají tvar kuželu s vrcholem těsně nad hladinou dosahují průměru až 4 m s výškou až 90 cm (McFarlane, 1975). Ptáci mohou také hnízdit v norách pod úrovní zemního profilu nebo v dutinách stromů (Hansell, 2000). Tato místa pravděpodobně poskytují ptákům lepší ochranu před povětrnostními vlivy a před nepřáteli než hnízda v přízemních dutinách a jsou pravděpodobně bezpečnější před predátory než otevřená hnízda. Nevýhodami dutinových hnízd mohou být nadměrné výskytu hnízdních parazitů či intenzivní soupeření s dalšími ptáky o tato hnízda (Collias, 1997). Dutinová hnízda jsou většinou tvořena vchodem, tunelem a hnízdní komorou určenou pro snůšku vajec. Tato hnízda staví přibližně 50 % ptačích řádů a poskytují ptákům ochranu před povětrnostními vlivy, což vede ke snížení energetických výdajů ptáků během hnízdění (Goodfellow, 2011). Pomocí zobáků si staví vlastní hnízda lednáček říční (*Alcedo atthis*), který si staví tunel zakončený komorou do svislého či strmého hlinitého břehu v blízkosti vodní hladiny (Naher & Sarker, 2016). Přirozeně vzniklé dutiny využívá hnízdící kachnička karolínská (*Aix sponsa*) patřící mezi kachnovití (čeleď *Anatidae*), ve výšce 18 metrů nad zemí (Stout & Rapp, 1993). Hnízda dosahující hloubky až 3 metrů pod úrovní terénu ve vlhkém písku na pobřeží Rudého moře a Indického oceánu staví pobřežník černobílý (*Dromas ardeola*) (De Marchi et al., 2008). Mezi dlouhodobě a opakovaně využívaná hnízda některými druhy ptáků patří také plošinová hnízda.

Ptáci je většinou staví ve vyšších polohách nad zemí nebo mohou být také umístěná na zemi či vodní hladině. Hnízdní plošiny umístěné na vodní hladině vytváří pomocí rákosí bukač velký (*Botaurus stellaris*) (Gilbert et al., 2005) zatímco husovec strakatý (*Anseranas semipalmata*) svá hnízda tvořená hustě naskládanou vrstvou vegetace umísťuje na zemi poblíž vodního prostředí (Davies, 1962). Hnízda čápa bílého (*Ciconia ciconia*) se často vyskytují na vyvýšených místech jako jsou komíny, sloupy elektrického vedení. Hnízdícím párem jsou každoročně dostavována a postupujícím časem mohou nabývat rozměrů dosahujících až 140 cm na výšku, délky až 300 cm a šířky 240 cm (Vergara et al., 2010). Nejrozšířenější hnízdní konstrukcí, kterou ptáci používají při hnízdění má tvar misky nebo pohárku. V našich klimatických podmínkách vidáme nejčastěji otevřená hnízda ve tvaru pohárku nebo plošinky (Slagsvold, 1989) a jejich velikost odpovídá velikosti těla daného druhu (Collias, 1986). Pomyslným svislým řezem v ose tohoto hnízda vzniká vnitřní prostor neboli lůžko, ve kterém je uložena snůška a následně se zde po vylíhnutí vyvíjí mláďata. Stěna hnízda zajišťuje ochranu vajec před vypadnutím a zároveň umožňuje zachycení hnízda na hnízdišti (Mayer et al., 2009). Hnízda hýla obecného (*Pyrrhula pyrrhula*) jsou většinou postavena z větviček a vnitřní prostor je spíše tvořen jemnější rostlinnými materiály. Bližším zkoumáním bylo zjištěno, že vnější části hnízda byla složená z výrazně silnějších, pevnějších a tužších materiálů a jejich pomyslným porovnáním směre dovnitř hnízdního kalíšku byl stavební materiál měkčí a jemnější. S největší pravděpodobností to může potvrzovat domněnku, že ptáci jsou schopni rozlišovat fyzikální vlastnosti stavebních materiálů a jejich umístění v rámci hnízda nemusí být náhodné (Biddle et al., 2017). Stříšku nebo kopuli mají uzavřená pohárková hnízda a mohou tak ptákům zajišťovat podobné hnízdní podmínky jako dutinová hnízda. Mohou poskytovat ochranu snůšce a mláďatům před slunečním zářením, dešťovými srážkami a predátory. Hnízda mohou být umístěna na stromech, ale také na zemi. Tuto hnízdní konstrukci často využívají drobní ptáci žijící v tropech, jejichž mláďata jsou plně závislá na rodičovské péči (Collias, 1964). Velká, zavěšená hnízda této konstrukce s hmotností až 25 kg staví kladivouš africký (*Scopus umbretta*). Mohou dosahovat v průměru až 1.5 m (Wilson & Wilson, 2010).

### 3.5.3 Predace ptačího hnízda a hnízdní úspěšnost

Vysoká míra predace ptačích hnízd může významně ovlivnit úspěšnost reprodukce ptáků a také výběr jejich hnízdišť. Úroveň predace ptačích hnízd se může lišit v závislosti na typu stanoviště a umístění hnízda. Současně může být také ovlivněna chováním hnízdících ptáku a společenstvem predátorů, kteří se vyskytují na stanovišti (Söderström et al., 1998). Hnízda s uzavřenou konstrukcí nebo hnízda umístěná v dutinách stromů nebo ve skalních štěrbinách nabízí oproti otevřeným hnízdům vyšší bezpečnost před predátory. Předpokládá se, že míru rizika predace může ovlivnit velikost hnízda a také jeho výška umístění nad zemí. Nejspíše proto ptáci v reakci na savčí predátory umisťují svá hnízda do výše, zatímco před ptačími dravci naopak níže (Mainwaring et al., 2014). Například sojka obecná (*Garrulus glandarius*) nebo straka obecná (*Pica pica*) si častěji vybírala pro predaci výše umístěná hnízda mlynařika dlouhoocasého (*Agithalos caudatus*) oproti níže postaveným hnízdům (De España et al., 2010). Míra predace může být také ovlivněna evolučním vývojem tvaru a konstrukcí hnízda (Mainwaring et al., 2014). Z tohoto důvodu může predace zásadně ovlivňovat přírodní výběr hnízd a také tím ovlivňovat rodičovskou péči (Fontaine et al., 2007). Některý ptačí druhy z důvodu vysokého rizika predace hnízdí společně s agresivnějšími ptačími druhy, tím využívají jejich obranyschopnost před jinými predátory (Mainwaring et al., 2014). Příkladem mohou být špačci či vrabci hnízdící nedaleko či přímo v hnízdech orlů (Maciorowski et al., 2021). Složení a množství hnízdní výstelky může také významně ovlivnit predací riziko u ptáků hnízdících na zemi, protože může snížit rozpoznatelnost hnízda (Greenwald, 2009). Umísťování materiálu do hnízda a jeho blízkého okolí, který se nachází na stanovišti může být u těchto druhů důležitou strategií před ptačími predátory. Příkladem může být experiment zaměřený na hnízdní úspěšnost bahňáka dytíka úhorního (*Burhinus oedicephalus*). Úpravou svého hnízda a jeho okolí byla pozorována vyšší úspěšnost vyvedení mláďat. Zároveň bylo také zjištěno, že odstraněním původního hnízdního materiálu z hnízd, byl rodiči vybrán náhradní hnízdní materiálem, jehož odstín se podobal podkladu na stanovišti či se shodoval s odstínem vajec. Tímto experimentem byla prokázána vyšší úspěšnost vyvedení mláďat u hnízd se shodným odstínem (50,5 %) oproti hnízdům s odlišným odstínem (7,5 %) stavebního materiálu (Solís et al., 1995).

V případě kulíka hvízdavého se za deštivého počasí zvyšuje riziko odhalení hnízda ptáčími predátory. Výstelku jeho hnízda většinou tvoří světlé úlomky lastur a ulit, které na vlhkém a tmavém štěrku či písku mohou zvyšovat viditelnost hnízda pro predátory. (Cairns, 1982). Někteří ptáci mohou snížit riziko napadení svých hnízd zakrytím snůšky hnízdním materiálem před opuštěním hnízda, což může negativně narušit jeho mikroklima (Mainwaring et al., 2014). Mezi zástupce těchto ptáků patří některé čeledě tinamovitých (*Tinamidae*) jejichž lesklá vejce jsou bez kryptických prvků (Studer et al., 2022). Podobným způsobem chrání svá mláďata běhulíkovec pestrý (*Pluvianus aegyptius*), který vrství na svá mláďata písek (Maclean, 1974). Na zemi hnízdící čejka chocholatá snáší vejce, která mají hnědočerné skvrny po celém povrchu skořápky (Saxena & Saxena, 2013). Riziko predace snižuje také tím, že umísťuje svá hnízda na vyvýšené místa na hnízdišti. Díky tomu má inkubující jedinec výhled do okolí a může s předstihem reagovat na blížící se hrozbu predátora. Současně hnízda byla častěji umístěná na stanovištích s nízkým vzrůstem trav nebo na holém substrátu, a naopak nejméně její hnízda byla pozorována na zelených a úrodných polích (Galbraith, 1989). Přestože jsou obecně větší hnízda pro zrakem vyhledávající predátory nápadnější, tak podle zjištění souvisela velikost hnízdní výstelky čejky chocholaté spíše s mikroklimatickými podmínkami stanoviště než s potenciálním rizikem predace (Kubelka et al., 2018). Pravděpodobně to souvisí různorodým způsobem obrany hnízda, které je popsáno také u čejky černoprse. To zahrnuje poplašné volání, ale také útoky a pronásledování predátora. S největší pravděpodobností je úspěšnost obrany hnízda čejky černoprse spojena s hustotou a vzdáleností mezi jednotlivými hnízdy na stanovišti (Mishra et al., 2018). Experimentální studie zkoumající míru predace otevřených hnízd umístěných na zemi nebo na stromech potvrdila, že tato hnízda byla pod větším tlakem predátorů, pokud byla vystlána peřím. Naopak, minimální rozdíl v míře predace u těchto hnízd byl zjištěn, pokud byla výstelka tvořena živočišnými chlupy. U ptáků hnízdících v dutinách neměl typ výstelky vliv na míru predace. Pravděpodobně míra predace těchto hnízd může ovlivněna přítomností a aktivitou rodičů v okolí hnízd. Současně na stanovišti může působit více druhů predátorů, které mohou využívat druhově specifické signály pro odhalení kořisti a mohou vyvíjet různé selekční tlaky na vybírání různých výsterek a způsobu maskování hnízd (Møller, 1987). Větší druhy bahňáků jsou schopny lépe odehnat predátory, ale jejich velikost vzhledem k výšce vegetace může stěžovat jejich ukrytí na hnízdě.

Například čejka chocholátá, břehouš černoocasý (*Limosa limosa*), ústříčník velký (*Haematopus ostralegus*), koliha velká (*Numenius arquata*) na dravce spíše útočí a hnízda staví většinou na otevřených stanovištích, kde mohou predátory pozorovat. Naopak menší druhy bahňáků jako je bekasina otavní (*Gallinago gallinago*), jespák bojovný (*Calidris pugnax*) a vodouš rudonohý (*Tringa totanus*) svá hnízda ukrývají. Zůstávají na hnízdě, dokud se predátor nepřiblíží a v případě ohrožení hnízdo opustí (Green et al., 1990). Mnoho ptáků hnízdících na zemi se spoléhá na klamné chování, jako je předstírání zranění, aby snížili predaci. Toto chování nazýváme aktivním klamáním, jehož cílem je snaha o zaměření pozornost predátora na dospělé jedince a odlákat ho tak od hnízdiště. Pasivním klamáním označujeme takové chování hnízdícího ptáka, který se pokusí nepozorovaně opustit své hnízdo, dokud je predátor vzdálen, čímž může snížit riziko napadení hnízda (Smith et al., 2018). Předpokládá se, že míra predace hnízd bude ovlivněna typem stanoviště, ročním obdobím, skladbou přítomného společenstva a predátory. Důkazem může být zjištěná vysoká hnízdní úspěšnost bahňáků na oraných zemědělských půdách oproti nejnižší hnízdní úspěšnosti pozorované v přechodných a okrajových částech zemědělských půd (Greenwald, 2009). Pro ptáky hnízdící na zemi může zajišťovat lepší ochranu před predátory také náhodné rozmístění jejich hnízd, než jejich shlukování poblíž u sebe (Mankin & Warner, 1992). Nočním predátorem, který ovlivňoval hnízdní úspěšnost čejky chocholáté patřila nejčastěji liška obecná (*Vulpes vulpes*) zatímco denními predátory byly nejčastěji poštolka obecná (*Falco tinnunculus*) a vrána černá (*Corvus corone*) (Rickenbach et al., 2011). V oblasti Carse of Stirling ve středním Skotsku ovlivňovali hnízdní úspěšnost čejky chocholáté krahujec obecný (*Accipiter nisus*) a sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*) (Galbraith, 1989). V případě čejky černoprsé byly nejčastějšími predátory jejich hnízd psi a lišky (Mishra & Kumar, 2022).

### **3.6 Stavební materiály ptačího hnízda**

Nejen ptáci používají při stavbě svých hnízd z různých důvodů určité druhy materiály (Mainwaring et al., 2014). Ptačí hnízda jsou většinou tvořena s pevnějších materiálů, které zajišťují struktura a tvar hnízda. Vnitřní prostor hnízd a vyplňují měkčí materiály, které snižují tepelné ztráty.

Výběr a manipulace s těmito materiály, stejně tak jako výsledná kvalita hnízda mohou záviset na zkušenostech získaných v průběhu hnízdění (Aasen & Slagsvold, 2020). Stavební materiál a jeho využití v rámci hnízda mohou ptáci posuzovat na základě jeho velikosti či podle jeho hmotnosti při jeho prvním sebrání. Silnější a těžší materiály používané pro konstrukci nosných částí hnízda mohou být vybírány dříve, než tenčí a lehčí materiály vhodné pro funkci výstelky (Briggs & Deeming, 2016). Nejdůležitější a nejvíce používané stavební materiály ptačích hnízd jsou rostlinného původu oproti různorodým materiálům živočišného původu. V menší míře jsou také ptáky využívány při stavbě hnízd anorganické materiály (Hansell, 2000). Anorganické materiály v ptačích hnízdech většinou zastupují kamínky nebo bahno. Mezi materiály živočišného původu, které někteří druhy používají patří produkty jejich vlastního metabolismu. Velké množství vlastního prachového peří si z prsou vytrhává kajka mořská (*Somateria mollissima*), kterým zakrývá svoji snůšku (Veselovský, 2001). Hnízda mnoha malých ptáků obsahují posbírané peří cizích ptačích druhů nebo v různé míře srst či chlupy živočichů. Mezi stavební materiál hnízd některých ptačích druhů patří pavučiny a různé části hmyzích kukel a kokonů (Hansell, 2000). Mezi stavebními materiály, které využívají někteří ptáci pro stavbu svých hnízd přibývají umělé, člověkem vyrobené různé materiály (Moreno, 2012). Například hnízda 26 druhů pěvců (z celkem 42 druhů) obsahovala nitě, syntetická vlákna, vlasce, nedopalky cigaret a drátky, plastové fólie. Některý z uvedených druhů materiálů byl použit ptáky při stavbě 103 hnízd z celkem 382 hnízd. Mezi ptáky nejpoužívanější stavební materiály patřily nitě (byly součástí 47,1 % hnízd), syntetická vlákna (byly součástí 31,7 % hnízd), plastová fólie (byla součástí 17,4 % hnízd) (Hnatyna, 2023). Volba stavebních materiálů, které ptáci používají při stavbě svých hnízd může být ovlivněna jeho dostupností, což může způsobit regionální rozdíly ve vnitrodruhové morfologii hnízd. Jakým způsobem ptáci vybírají konkrétní typ materiálu pro svá hnízda a stejně tak, jakým způsobem ho mohou použít ve struktuře hnízda, není zatím dostatečně objasněno (Deeming & Reynolds, 2015). Výběr vhodného materiálu pro stavbu hnízda mohou ovlivnit také předchozí hnízdní úspěchy spojené s vybraným materiálem. Na příklad pozorováním zebřičky pestré (*Taeniopygia guttata*) byla zjištěna změna upřednostňování barevného odstínu hnízdního materiálu. Z původně neupřednostňovaného odstínu stavebního materiálu a zároveň v souvislosti s úspěšným vyvedením mláďat se následně tento odstín stal upřednostňovaným (Muth et al., 2011).

Dostupnost a množství stavebního materiálu, který se vyskytoval na hnízdišti pěvců se kladně neprojevilo jeho využití v hnízdech. Bylo zjištěno, že některé druhy rostlin, které se běžně vyskytovaly v okolí hnízd tato hnízda vůbec neobsahovala, a naopak součástí těchto hnízd byly rostliny, které se na stanovišti vůbec nevyskytovaly (Mennerat et al., 2009). Například vlaštovky stromové (*Tachycineta bicolor*) mohou sbírat peří pro vystlání svých hnízd ve vzdálenosti až několika kilometrů od hnízdiště, což může odrážet míru jejich úsilí rodičovské péče a investice své energie do vystlání hnízd (Lombardo, 1995). V rámci plnění nejdůležitějších vlastností hnízd lze tyto stavební materiály rozdělit na konstrukční (vnější část hnízda) a výstelkové (vnitřní část hnízda). Závěry studie zaměřené na výběr a umístění hnízdního materiálu u ptáků čeledě drozdovitých (*Turdidae*) a čeledě pěnkavovitých (*Fringillidae*) potvrdily, že tyto hnízdní činnosti nejsou náhodné. Vnější částí jejich hnízd tvořili pevné a tužší dřevnaté stonky, jejichž fyzikální vlastnosti pozitivně korelovaly s průměrem stonků. Nejspíše tak podle hmotnosti a průměru zobákem uchopeného materiálu posuzují ptáci jeho vhodnost a využitelnost při stavbě svých hnízd (Biddle et al., 2016). Experimentální studie, která sledovala v zajetí chované zebřičky pestré ukázala jejich schopnost rozpoznávat fyzikální vlastnosti umělých materiálů. Současně se také u nich projeví schopnosti související s jeho zacházením (Guillette & Healy, 2015). Volba a umístění stavebního materiálu v rámci ptačího hnízda je druhově odlišné a je projevem řešení ekologických problémů jednotlivých ptačích druhů v jejich specifických biotopech (Crossman et al., 2011). Například pozorování lejska černohlavého v severní Anglii prokázalo rozdíly ve využívání jednotlivých stavebních materiálů a jejich množství v hnízdech oproti hnízdům postavených ve středním Španělsku a v severním Walesu. Přestože se hmotnost hnízd v severní Anglii (Lancashire) a v severním Walesu nelišila, hnízda pozorovaná v Lancashire obsahovala více kůry a mechu. Naopak hnízda pozorovaná v severním Walesu obsahovala méně trávy, listí, větviček a peří. Španělská hnízda byla nejtěžší, protože obsahovala více trávy a kůry. Hnízda v Lancashire obsahovala velké množství mechu, zatímco v hnízdech z Walesu nebo Španělska se většinou mech nevyskytoval. Tyto výsledky mohou prokazovat geografické rozdíly ve využívání hnízdních materiálů jak na velkých vzdálenostech, tak také na menších vzdálenostech (Briggs & Deeming, 2016). Podíl použitého hnízdního materiálu v hnízdě lejska malého (*Ficedula parva*) může souviset s jeho volbou umístění hnízda do dutiny živého či mrtvého stromu. Tento druh pro stavbu svých hnízd běžně používá mech, listí a chlupy zvířat.

Ve všech jeho hnízdech se vyskytovaly mechy a tvořily až 84 % hnízdní hmoty a jeho podíl byl vyšší v živých stromech oproti odumřelým stromům (Mitrus & Držek, 2016). Tučňáci Gentoo (*Pygoscelis papua*) hnízdí na útesech v subantarktické oblasti a pro stavbu svých hnízd používají oblázky. Vzhledem k nedostatku těchto kamínků používaly hnízdící páry tučňáků pro stavbu svých hnízd také živé mechy druhu ploník tuhého (*Polytrichum strictum*). Používání tohoto mechu místo běžně používaných kamínků pravděpodobně souviselo se snížením energetických nákladů na stavbu hnízda, zejména pokud se hnízda nacházela poblíž těchto živých mechů (Dykyy & Bedernicheck, 2022).

### 3.6.1 Stavební materiály ptačího hnízda

Konstrukční materiály zajišťují pevnost a tuhost hnízda. Tyto materiály udržují hnízdo na hnízdišti a umožňují snášet zatížení hnízda snůškou vajec a inkubujícím rodičem (Mainwaring et al., 2014). Hnízda některých ptačích druhů mohou být tvořena pouze jedním typem stavebního materiálu. Nejčastěji se jedná o hnízda umístěná na zemi, která jsou vyškrabaná do substrátu nebo naopak hnízda ve tvaru kopečku vznikající navršením stavebního materiálu (Deeming & Reynolds, 2015). Příkladem může být tučňák kroužkový (*Pygoscelis adeliae*) používající pro stavbu svých hnízd jeden druh stavebního materiálu-kamínky (Morandini et al., 2021). V případě čejky černoprsé a dalších bahňáků můžeme pozorovat vyškrabané hnízdní prohlubně, které mohou obsahovat pouze výstelku (Khalil et al., 2019). Nejčastěji využívají ptáci pro stavbu svých hnízd materiály rostlinného a živočišného původu (Deeming et al., 2020b). Klacíky či větvičky patří mezi pevné a odolné materiály, které formují ptačí hnízdo a dodávají mu tvar. Do této struktury mohou být následně uchyceny pružné a tenké materiály, které vytvářejí lem neboli stěnu hnízda (Jessel et al., 2019). Pevnější a odolnější materiály, které tvoří vnější část hnízda kosa černého (*Turdus merula*) jsou jednoduše uspořádány v nosné části hnízda a nejspíše zajišťují jeho vyšší stabilitu. Rozdíly ve skladbě materiálu byly také pozorované ve skladbě stěny hnízda, kdy pevnější materiály byly umístěny blíže ke dnu pohárku. Proto s největší pravděpodobností lze předpokládat, že ptáci mohou mít nějakou znalost o mechanických vlastnostech jednotlivých typů stavebních materiálů (Biddle et al., 2017). Otevřená ptačí hnízda ve tvaru pohárku jsou tvořena nejčastěji rostlinným materiálem, který je vyztužen větvičkami.



Pro zpevnění a spojení jednotlivých prvků stavebního materiálu hnízda využívají bahno či pavučinu, která je v přírodě dostupná a má zároveň vysokou pevnost a pružnost (Gosline et al., 1986). Z tohoto důvodu je pravděpodobně ptáky využívána pro uchycení různých stavebních materiálů a také hnízd na stanovišti (Storer & Hansell, 1992). Rostlinný materiál obsahuje celulózová vlákna, která mají vysokou pevnost v tahu a napomáhá tak odolávat hnízdu při tlačení rostoucích mláďat (Collias, 1986). Stavební materiály používané na stavbu vnější části hnízdní stěny se mohou lišit. Menší druhy ptáků používají nejčastěji mech a pavučinu, zatímco větší druhy využívají bláto a suchou trávu (Hansell, 2007). Vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) mohou pro stavbu svých hnízd kromě bahna využívat také kousky písku, zrnka cementu či šterk (Al-Safadi, 2006). Výsledky pozorování tří sympatrických druhů vlaštovek (čeleď *Hirundinidae*) odhalily možnou souvislost jejich výběru stavebního materiálu. Pravděpodobně je jejich výběr ovlivněn fyzikálními vlastnostmi těchto materiálů a odlišnou konstrukcí jejich hnízd. Zatímco vlaštovka skalní (*Crecropis daurica*) pro stavbu svých hnízd vybírala větší zrnka z křemene, tak vlaštovka obecná používala jemnější zrnka jílu. Třetí zástupce, jiříčka obecná (*Delichon urbicum*) využívala pro stavbu svých hnízd obou druhů materiálů (Papoulis et al., 2018). Stavební materiály používané na stavbu vnější části hnízdní stěny se mohou lišit. Menší druhy ptáků používají nejčastěji mech a pavučinu, zatímco větší druhy využívají bláto a suchou trávu (Hansell, 2007). Co ovlivňuje ptáky při výběru a směšování těchto a další materiálů není zatím známo (Deeming & Reynolds, 2015). Podle některých nepublikovaných informací může být účelem jejich výběru a kombinací materiálů maskování hnízd před predátory. Hnízda mlynařika dlouhoocasého používají na vnější části hnízdní stěny světlé materiály, které mají podobnou odrazivost světla, jakou má pozadí za hnízdem (Hansell, 1996). Pravděpodobně nenáhodný výběr materiálu v podobě zelených větvíček pro stavbu hnízd byl pozorován také u špačka obecného (*Sturnus vulgaris*), který se souvisel se zastoupením jednotlivých druhů stromů v okruhu hnízdiště. Výběr větvíček konkrétních stromů pravděpodobně nesouvisel s tvarem a barvou jejich listů, ale jejich rozlišovací schopnost výběru byla nespíše ovlivněna pomocí čichu (Clark & Mason, 1988). Zároveň díky odlišným fyzikálním vlastnostem stavebních materiálů mohou ptáci jejich použitím také vylepšit mikroklimatické podmínky pro správný vývoj mláďat (Mainwaring et al., 2014). Hnízda některých druhů mohou obsahovat stavební materiál, který vznikl lidskou činností.

Nejčastěji se v ptačích hnízdech vyskytují kousky umělých vláken či plastů. Fyzikální vlastnosti těchto materiálů se mohou shodovat s přírodními materiály, které ptáci běžně používají (Deeming & Reynolds, 2015). Rostoucí podíl plastových odpadků byl pozorován v hnízdech racka tříprstého, které se nacházely na vápencovém útesu v severozápadním Dánsku. V roce 1992 byly plastové odpadky obsaženy v 39,3 % ze 466 hnízd. V roce 2005 byl tento odpad pozorován v 57,2 % z 311 hnízd. Nejčastěji se jednalo o různobarevné plastové provázky, folie a gumičky. Použitím tohoto materiálu v jejich hnízdech pravděpodobně souviselo s jeho dostupností na hnízdišti, což může být také ukazatelem znečištění biotopu tohoto druhu (Hartwig et al., 2007). Hnízda některých druhů ptáků obsahují také stavební materiál, který není nezbytný pro hnízdění a pravděpodobně neovlivňuje vlastní inkubaci. Příkladem mohou být hnízda bělořítka černého, který v blízkosti svých hnízd vytváří hromádku z oblázků (Moreno et al., 1994). Podobné chování je pozorováno také špačka černého (*Sturnus unicolor*) nebo u sýkory modřínky (*Cyanistes caeruleus*). Tyto druhy umísťují na určitá místa svých hnízd pířka, která na těchto místech nijak neovlivňuje konstrukční či izolační funkci (Moreno, 2012). Podle některých studií mohou tyto hnízdní materiály, jejich velikost a množství nacházející se v hnízdech některých ptačích druhů souviset s pohlavním výběrem vhodného partnera (Mainwaring et al., 2014).

### 3.6.2 Výstelkové materiály ptačího hnízda

Nejčastěji tento pojem spojuje s termoregulační funkcí ptačího hnízda, která pomáhá zajistit ptákům správné tepelné a vlhkostní podmínky pro vývoj jejich vajec. Výstelkou označujeme většinou tenkou a měkkou vrstvu stavebního materiálu uvnitř hnízda, který je v přímém kontaktu s vejci a mládřaty. Tuto vrstvu může tvořit různorodý materiál, který zajišťuje tepelnou ochranu snůšky a mládřat před změnami počasí a tím jim umožňuje správný vývoj (Hansell, 2000). Naše znalosti o způsobu výběru vhodného stavebního materiálu ptáky jsou omezené. Výběr vhodného materiálu výstelky ptačího hnízda může být při jeho stavbě ovlivněn klimatickými podmínkami stanoviště a také jeho dostupností. Ptačí hnízda v mírných klimatických podmínkách mají výstelkovou vrstvu tvořenou nejčastěji přírodními materiály rostlinného a živočišného původu (Collias & Collias, 1984). V experimentu s umělými hnízdy byla porovnávána rychlost ochlazování pro posouzení jejich izolačních vlastností jednotlivých materiálů.

Výsledky tohoto experimentu prokázaly lepší izolační vlastnosti živočišných materiálů než všech rostlinných materiálů. Také byly zjištěny minimální rozdíly v rychlosti ochlazování mezi vlasy, mechem a trávou. Izolační vlastností kořinek dosahovaly poloviční hodnoty izolačního stupně peří (Windsor et al., 2013). Množství živočišné výstelky v hnízdech jednotlivých ptačích druhů se může významně lišit, což může být způsobeno širším využitím tohoto stavebních materiálů při stavbě hnízd. Tento materiál může být také součástí hnízdních stěn a může tak bránit proudění vzduchu (Deeming et al., 2020b). Zamezit proudění vzduchu v ptačím hnízdě umožňuje peří, tráva či chlupy, které se nachází v různých částech hnízda. Omezením proudění vzduchu v hnízdě dochází ke vzniku tepelné izolace. Sálající teplo z inkubujícího jedince je lépe přenášeno materiálem výstelky do prostoru se snůškou (Collias & Collias, 1984). Tepelné ztráty hůře izolovaných hnízd mohou zvyšovat energetické výdaje inkubujících ptáků na udržení vhodných tepelných podmínek pro inkubaci vajec. To v konečném důsledku může významně ovlivnit nejen jejich vlastní kondici, ale také vývoj jejich mláďat. Pravděpodobně z tohoto důvodu může probíhat přírodní výběr, který nejspíše upřednostňuje jedince, jejichž hnízdní aktivity jsou energeticky nejméně náročné (Hilton et al., 2004). Úsporu tepelné energie a tím zároveň snížení svých energetických výdajů mohou rodičové dosáhnout vhodnou volbou materiálu výstelky hnízda, jeho konstrukcí a velikostí hnízda. Současně je také důležité chování rodičů během inkubace při opuštění hnízda, které může souviset se zakrýváním snůšky hnízdním materiálem a tím zamezení prochladnutí vajec a následně jejich opětovném zahřívání (Windsor et al., 2013). Tepelnou izolaci výstelky může významně ovlivnit vlhkost, která může snižovat její účinnost a urychlit ochlazování vajec či prochladnutí mláďat. V souvislosti s dešťovými srážkami jsou více ohrožená větší hnízda, která mohou absorbovat více vody a déle vysychají. Množství absorbované vody může být také ovlivněno zastoupením jednotlivých stavebních materiálů v hnízdě a jejich absorpčními vlastnostmi. Například mech a lišejníky mají vyšší schopnost pohltit větší množství srážek oproti peří a chlupům. Současně také mech a lišejníky oproti živočišným materiálům pomaleji vysychají. Například experimentem byla zjištěna nejnižší absorpce vody a zároveň rychlejší vysychání u hnízd dlaska tlustozobého (*Coccothraustes coccothraustes*), jehož hnízda byla tvořena hlavně z dřevnatých stonků (Biddle et al., 2017). Složení výstelky a množstevní zastoupení jednotlivých materiálů může být ovlivněno teplotou vzduchu a zeměpisnou šířkou hnízdiště.

Tyto značné rozdíly mohou být pozorovány i mezi blízce příbuznými druhy ptáků. Severněji hnízdící ptačí druhy vystylají svá hnízda větším množstvím a lépe izolujícím materiálem jako je vlna či peří. Důvodem tohoto chování může být nejspíše snaha ptáků bránit k úniku tepla během inkubace a snížit tak vlastní spotřebu energie (Deeming et al., 2012). Pozorováním jespáka skvrnitého (*Calidris melanotos*) bylo zjištěno, že jeho vyškabaná a vystlaná hnízda na zemi snižují o 9 % až 25 % tepelnou ztrátu oproti stejným hnízdům bez výstelky (Reid et al., 2002). Naopak, na velmi teplých a suchých hnízdištích se ptáci snaží svou snůšku ochladit a případně jejich zastíněním omezit dopad slunečních paprsků. Výstelku těchto hnízd mohou tvořit klacíky, kamínky a různé úlomky, které zajišťují lepší odvod dešťových srážek. Například na zemi budovaná hnízda kulíka hvízdavého většinou obsahují úlomky lastur mořských mlžů chionky jedlé (*Mercenaria mercenaria*), rozchlipky písečné (*Mya arenaria*), hřebenatky atlantské (*Argopecten irradians*) a ulit plžů hučky střevíkové (*Crepidula fornicata*). Nejspíše díky vyšší odrazivosti světla těchto úlomků dochází ke snižování teploty snůšky a zároveň mohou tyto úlomky také zajistit lepší provzdušnění vajec či odtok vody v případě zaplavení hnízda (Greenwald, 2009). Ptáci hnízdící v dutinách využívají pro ochranu svých vajec velké množství výstelkového materiálu, jehož silné vrstvy by měly pohlcovat případnou vlhkost. Například hnízdo lejska čermohlavého může obsahovat až 1300 kousků suchých lístků, trávy a lýka. Brhlík lesní (*Sitta europaea*) používá pro tyto účely kousky ztrouchnivělého dřeva a kůry. Naopak datel magellanský (*Campephilus magellanicus*) nepoužívá žádnou výstelku, ale přesto jsou jeho hnízda velmi málo promočena. To je pravděpodobně způsobeno tím, že svá hnízda staví v kmenech mrtvých stromů (Wesołowski et al., 2002). V mírných klimatických podmínkách patří peří mezi nejčastější materiál výstelky hnízd meších druhů ptáků (Hansell & Ruxton, 2002), kteří jsou z důvodu velkého poměru povrchu a objemu svého těla náchylnější na prochlazení než větší druhy (Collias, 1986). Pravděpodobně z tohoto důvodu nacházíme ve výstelce hnízd králíčka obecného (*Regulus regulus*) či mlynařika dlouhoocasého řádově stovky různých per, které mají lepší tepelnou izolaci umožňující snížit ochlazování snůšky (Hansell & Ruxton, 2002). Peří může také svou přítomností v hnízdě zajišťovat ochranu před mikrobiálními infekcemi a jeho množství tím může ovlivnit přežití, fitness mláďat a dospělých jedinců. Například vyšší míra napadení mláďat ektoparazity byla pozorována v hnízdech sýkory modřinky, jejichž výstelka neobsahovala peří.

Chybějící peří ve výstelce těchto hnízd se projevilo pomalejším vývojem mláďat. Naopak ozdobná peříčka, která byla součástí hnízd sýkory modřínky a nacházela se na okraji hnízd, neměla významný vliv na hnízdní úspěšnost. Přítomnost těchto ozdobných peříček zvýšila pravděpodobnost, že se mláďata z těchto hnízd vrátí do rodné populace. Pravděpodobně přítomnost těchto peříček může také plnit funkci rozšířeného fenotypového signálu (Järvinen & Brommer, 2020). Ozdobné peříčka v hnízdech vrabce skalního (*Petronia petronia*) pravděpodobně kladně ovlivnilo samce k vyšší rodičovské péči o mláďata. Bylo zjištěno, že samci v těchto hnízdech tráví více času a opouští hnízdo méně než samci, jejichž mláďata se nacházela v hnízdech bez ozdobných peříček (García-Navas et al, 2015). Ve studii zaměřené na hnízdění vlaštovky stromové se negativně projevily nedostatky peří ve výstelce jejich hnízd. Nedostatek peří v těchto hnízdech způsobil delší inkubaci vajec a nižší hmotností vylíhnutých mláďat. Současně také tato studie prokázala, že peří v hnízdě nesouviselo a neovlivňovalo výskyt ektoparazitů (Lombardo, 1995). V souvislosti s postupující hnízdní sezónou se může měnit množství použité výstelky v hnízdě některých druhů ptáků. Například pozorování bylo zjištěno pokles množství peří v hnízdech mlynaříka dlouhoocasého se v průběhu hnízdní sezony snižovalo, aniž by současně docházelo ke zhoršování jejich izolačních vlastností v důsledku zvyšujících se teplot okolí. Množství peří v hnízdech mlynaříka dlouhoocasého nebylo ovlivněno jeho dostupností na stanovišti a pravděpodobně tato skutečnost naznačuje jeho schopnost odhadnout tepelné podmínky v hnízdě a přizpůsobit tím své chování během stavby a úpravy hnízda (McGowan et al., 2004). Pro zajištění nejnižších energetických ztrát rodičů a vhodných tepelných podmínek během inkubace v chladnějším prostředí by měla být výstelka velmi pórovitá. Během inkubace teplejších podmínkách by měla být výstelka naopak maximálně stlačena nebo by měla zcela chybět. Pórovitost peří zvyšuje izolační vlastnosti a může také ovlivnit nasákavost výstelky. Zvýšení pórovitosti výstelky mohou ptáci dosáhnout jejím natřásáním (Møller, 1984). V průběhu evoluce se hnízda některých ptačích druhů pravděpodobně zmenšovala a postupně byla tvořena jen tenkou vrstvou větviček bez jakékoliv výstelky (Collias, 1986). Tato hnízda bez jakékoliv výstelky můžeme pozorovat u některých druhů hnízdících v teplém a na srážky hojném prostředí. Jejich hnízda mají více prodyšnou konstrukci. Tato prodyšnost jim zajišťuje rychlejší výtok dešťových srážek. Tímto tak nedochází k zadržování vody v hnízdě a zároveň také vysychají.

Takto provedená hnízda byla pozorována u šatovníka amakihi, který hnízdí na ostrově Havaj (Kern & Van Riper, 1984). Ptáci hnízdící v otevřené krajině používají pro vystlání svých hnízd nejčastěji rostlinné druhy nacházející se v blízkosti hnízdiště. Tepelnou vodivost výstelky a tím také inkubaci vajec může ovlivnit stáří těchto použitých rostlin. Čerstvé části rostlin jako jsou listy, tráva či mechy mohou obsahovat vodu a tím ovlivnit mikroklimatické podmínky hnízda (Deeming et al., 2020a). Například volba hnízdní výstelky bahňáka kulíka rezavoocasého (*Charadrius vociferus*) pravděpodobně může také ovlivnit mikroklimatické podmínky hnízda. Jeho hnízda se vyskytovala na štěrčích a zemědělských půdách s rozdílným pokryvem vegetace. Experimentem bylo zjištěno, že tento druh upřednostňoval na všech typech substrátech pro výstelku svých hnízd bíle nalakované dřevěné kousky oproti černým. S největší pravděpodobností souvisela volba bíle nalakovaných kousků s vyšší odrazivostí světla, protože tento odstín pomáhal udržet nižší teplotu hnízda. Tím nedocházelo k přehřátí vajec v případě, že rodiče vzdálili od hnízda (Kull, 1977). Podobné hnízdní chování s údržbou hnízdní výstelky bylo pozorováno u kulíka hvízdavého. Přestože světlý odstín úlomků mušlí, které byly nalezeny v jeho některých hnízdech zvyšoval riziko odhalení predátorem, souviselo jeho chování s největší pravděpodobností s termoregulací hnízda. Barevný odstín úlomků mušlí může pravděpodobně ovlivňovat přenos tepla na vejce, kdy velmi bílé úlomky zlepšují mikroklimatické podmínky hnízda během inkubace. Závěry laboratorních testů potvrdily, že velmi bílé úlomky mohou při teplotě prostředí ve výši 35 °C udržet nižší teplotu hnízda asi o 2 °C (Martin et al., 2017). Tepelná ztráta hnízda bahňáka jespáka skvrnitého (*Calidris melanotos*) se zvyšovala s hloubkou vyškrabaného hnízda a nelineárně klesala s tloušťkou výstelky. Přítomnost výstelky v hnízdě snížila rychlost ochlazování umělého vejce přibližně o 1/3. Nejvýznamnější snížení ochlazování hnízda bylo pozorováno po přidání 2 cm silné vrstvy výstelkového materiálu do hnízda. Na rychlost ochlazování umělého vejce měl také významný vliv vítr a jeho rychlost. Bylo zjištěno, že význam větru se projevoval u hnízd s hloubkou do 7 cm. Pravděpodobně tak hlubší hnízda chrání snůšku před větrem, zatímco výstelka hnízda brání prochlazení ze země (Reid et al., 2002). Mechy či lišejníky jsou součástí hnízdní výstelky většiny ptačích druhů, kteří hnízdí v lesích. V případě navlhnutí mají tyto materiály horší termoizolační vlastnostmi, které pravděpodobně mohou v otevřených hnízdech negativně ovlivnit inkubaci vajec.

Naopak také pomalejší vysychání těchto materiálu může zamezit vypařování vody z vajec anebo zajišťovat antibakteriální ochranu hnízda. Sýkora karolinská (*Poecile carolinensis*) nejčastěji ve svých hnízdech používali mechorosty rodu kovanec (*Frullania*) a rodu prstenatka (*Platygyrium*), přestože se ve vzdálenosti do 500 m od hnízda nacházelo celkem 215 druhů mechorostů. Tento materiál se nacházel ve spodní vrstvě hnízda společně s kousky kůry a zvířecími chlupy. Zkoumaná hnízda byla tvořena z 55,2 % těmito mechorosty. Sýkory tak pravděpodobně upřednostňovaly tyto mechorosty z důvodu jejich chemického složení, které hnízdu zajišťovalo ochranu před pronikáním blech (řád *Siphonaptera*), roztočů (infratřída *Acari*) a vešmi (rod *Pediculus*) (Andreas, 2010). Káně páskovaná (*Buteo lineatus*) obvykle používá pro výstelku svých hnízd čerstvé větve různých jehličnanů a také z listnatých stromů. Nejčastěji se však jedná o větve střemchy pozdní (*Prunus serotina*), borovice vejmutovky (*Pinus strobus*), borovice smolné (*Pinus resinosa*) a tsugy kanadské (*Tsuga canadensis*). Důvodem používání střemchy pozdní v hnízdech kánat pravděpodobně souvisí s jejím chemickým složením. Během usychání listů střemchy dochází k uvolňování chemických látek, které mohou působit jako přírodní pesticid a repelent, protože současně odpuzuje také mravence (čeleď *Formicidae*) (Dykstra et al., 2009). Rostliny nemusí být zřejmě jedinou biologickou ochranou před hnízdními ektoparazity. Například výřeček americký (*Megascops asio*) vkládá do svých hnízd živé slepany texaské (*Rena dulcis*) (Gehlbach & Baldrige, 1987). Bylo zjištěno, že mláďata výřečků v hnízdech s živými slepany rostla výrazně rychleji než mláďata, která byla v hnízdech bez slepanů. Pravděpodobně tak přítomnost slepanů snižují parazitismus v hnízdech výřečků tím, že konzumují larvy ektoparazitů (Moyer & Clayton, 2004).

### 3.7 Úprava hnízdní výstelky

Během inkubace vajec provádějí ptáci řadu rodičovských aktivit, z nichž mezi nejdůležitější činnost patří také udržování čistoty hnízda, což souvisí s odstraňováním cizích předmětů a odpadu z jejich hnízd. Díky této rodičovské péči je hnízdo udržováno suché, čisté, bez parazitů a patogenů (Guigueno & Sealy, 2012).

Ptáci z hnízd odstraňují napadané listí, klacíky, peří, zbytky potravy, mrtvá mláďata, které mohou být překážkou při inkubaci (Feng et al., 2019) a nepodobají se jejich vejším (Guigueno & Sealy, 2012). U altriciálních ptačích druhů je rodiči z hnízda odstraňován také trus s močí jejich mláďat, který má podobu rosolovitého váčku. Tento váček – guáno, mohou dospělí jedinci odstranit z hnízda jeho pozřením, zahrabáním do výstelky hnízda nebo ho mohou odnést na vzdálené místo od hnízda (Guigueno & Sealy, 2012). Díky této péči rodičů se může snížit vytváření pachu a bakterií v hnízdě spojených s rozkladem biologické materiálu (Guigueno & Sealy, 2017). Patogenní bakterie mají zásadní vliv na evoluci živočichů a ovlivňují jejich ontogenezi, chování, fyziologii a imunitní funkce (Archie & Theis, 2011) a mohou tak pravděpodobně v různých fázích negativně ovlivňovat mláďata tak také dospělé jedince (Evans et al., 2016). Úprava hnízdní výstelky není obecně rozdělena mezi rodiče. Samci mohou v závislosti na druhu provádět odlišné činnosti v rámci čištění hnízda, případně tuto činnost mohou provádět omezeně či vůbec (Guigueno & Sealy, 2012). Například během údržby hnízdní výstelky datla zlatého (*Colaptes auratus*) byla zjištěna vyšší míra odstraňování guána z hnízda u samců než u samic. S největší pravděpodobností lze očekávat, že poměr investice mezi pohlavími při této péči bude odpovídat také poměru mezi pohlavími v dalších formách rodičovských péčí (Gow et al., 2015). Výsledky pozorování chování poddruhu vrány černé (*Corvus corone corone*) odhalily významnou míru péče samic při udržování čistoty hnízda a jeho výstelky během inkubace. Pravděpodobně takto vysoká míra samičí péče o čistotu hnízda souvisí s jejich vyšší mírou provádění inkubace vajec a jejich snahou o snížení jejich vlastního napadení hnízdními parazity. Bylo také zjištěno, že guáno bylo z hnízda odstraněno vždy přítomným dospělým jedincem, bez rozdílu na jeho pohlaví (Bolopo et al., 2015). Pozorováním hnízd vlaštovky bělokostřecové (*Tachycineta leucorrhoa*) byla zjištěna vyrovnaná míra péče obou rodičů při odstraňování guána z hnízd, která obsahovala mladší mláďata, jejichž stáří bylo do 4 dnů. Naopak hnízda se staršími mláďaty, jejichž stáří bylo vyšší než 12 dnů byla opečovávána s výrazně vyšší intenzitou samic, zatímco míra péče samců se nezměnila (Bulit et al., 2008). Guáno z hnízda také odstraňovaly bez pomoci rodičů starší mláďata vlaštovky obecné, což může vypovídat o nižší míře rodičovského úsilí při péči jejich mláďata (Spencer, 2005). Odstraňováním těchto exkrementů a zbytků potravy z hnízda mohou ptáci snížit riziko napadení hnízda parazity či odhalení predátory (Guigueno & Sealy, 2017). V experimentální studii zaměřené na míru rizika predace na zemi hnízdící křepelky



(rod *Coturnix*) v souvislosti se vzdáleností umístění guána bylo zjištěno, že ke snížení míry rizika predace o 70 % stačilo odnést guáno více než 1 m od hnízda. S narůstající vzdáleností umístění guána od hnízda se míra rizika dále snižovala, přičemž její nejvýraznější pokles byl pozorován ve vzdálenosti od 10 cm do 1 m od hnízda (Petit et al., 1989).

Taktéž odstraněním vaječných skořápek z hnízd po vylíhnutí mláďat mohou ptáci ovlivnit průběh inkubace nevylihnutých vajec a snížit riziko poranění již vylíhnutých mláďat. Jejich odstraněním mohou ptáci také snížit míru rizika hnízdní predace či omezit napadení hnízda bezobratlými parazity. Tímto chováním tak ptáci mohou ovlivnit nejen vlastní zdraví, ale také zdraví svých mláďat, což významně může ovlivnit jejich fitness (Guigueno & Sealy, 2017).

Pozorováním jeřába Antigonin (*Antigone antigone*) bylo zjištěno, že ihned po vyklubání kuřátek byly skořápky vajec samcem pozřeny, zatímco v případě chování samice, byly skořápky odnášeny 100 metrů od hnízda (Sundar & Choudhury, 2003). Podobné hnízdní chování bylo také pozorované u čejky černoprse. Inkubující rodič udržoval hnízdo čisté a odstraňoval skořápky z hnízda ihned po vylíhnutí kuřátka (Saxena & Saxena, 2013).

Také hnízda ledňáčka říčního oběma rodiči udržována v čistotě, kdy k odstranění pevných částí trusu a nestrávené potravy z hnízdní komůrky používají zobák, zatímco řídké výkaly mláďat stírají svým břišním opeřením (Čech, 2006).

Toto vrozené ptačí chování související s odstraňováním cizích předmětů z hnízda může pravděpodobně souviset s jejich evolučním vývojem, během kterého docházelo k odstraňování cizích, parazitických vajíček jiných ptačích druhů. Experimentální studie zaměřená na úpravu hnízda racka stříbřitého prokázala, že menší červená kostička byla odstraněna ze 40 z celkových 48 hnízd. Umělá, červená nebo žluto-hnědá vajíčka nebyla z hnízd odstraněna z 5 z celkových 40 hnízd. Odstranění umělých vajec bylo zjištěno převážně u hnízdících ptáků, kteří si všimli pozorovatelů blížících se k jejich hnízdům s experimentálními objekty, což by také mohl být případ zkušenosti vytvářející se obrany v reakci na parazitismus (Stratton & Dearborn, 2021).

Výsledky experimentu potvrdily, že krejčířik obecný (*Orthotomus sutorius*) vždy z hnízda odstranil modré napodobeniny vajec, zatímco bílé zbarvená, jeho vejcem podobná vejce byla odstraněna pouze v 16,1 % případech. Pokud byla do hnízda vložena současně modré a bílé napodobeniny vajec, byla modrá vejce z hnízda vždy

odstraněna. Zároveň byla pozorována vyšší míra odstranění bílých vajec, která byla pozorována v 50 % případech. Modré napodobeniny vajec v hnízdech krejčířika obecného zvýšili aktivitu čištění hnízda, ale také současně zvýšili jeho schopnost rozpoznat parazitická vejce (Guigueno & Sealy, 2012).

Míra rodičovské péče samců a samic o hnízdní výstelku může být během inkubace rozdílná. Například pozorování sýkorky modřinky prokázalo, že samičky během 1/3 návštěv svých hnízd upravovaly kypřením a přehrabáváním hnízdní výstelku, což samci nikdy neprováděli. Tento rozdíl v rodičovské péči se také projevil délkou návštěvy hnízda, po kterou úprava výstelky probíhala. Zatímco samice úpravou hnízda spotřebovaly v průměru 7,44 minuty z každé hodiny, samci využili pro úpravu výstelky 2,23 minuty z každé hodiny (Bańbura et al., 2001).

Pozorováním chování samců a samic stepokura písečného (*Pterocles orientalis*) byl zjištěn rozdíl v jejich denních aktivitách. Samice trávily inkubací vajec v průměru 58 % svého denního času (v průměru 8,7 hodiny), což bylo o 19 % více času než samci (v průměru 5,85 hodiny) (Hinsley & Ferns, 1994). Rozdílná míra péče rodičů o hnízdní výstelku byla pozorována u písíka amerického (*Actitis macularius*), která se také lišila denní dobou. V ranních hodinách (5:00 – 9:00) věnovaly samičky úpravě hnízda 0,4 % svého času, zatímco samci jen 0,1 % času. V dopoledních hodinách (9:00 – 12:00) samičky použily pro úpravu svých hnízd 0,3 % svého času, zatímco samci vynaložili pro úpravu svých hnízd 0,6 % času. V odpoledních hodinách (12:00 – 15:00) se úsilí úpravy hnízda rodičů snížilo, samice věnovaly úpravě 0,2 % svého času a samci 0,4 %. V pozdější odpoledních hodinách (15:00 – 18:00) došlo u samic k dalšímu snížení této aktivity na úroveň 0,1 % času a naopak samci zvýšili své úsilí na nejvyšší úroveň, kdy na úpravu hnízda vynaložili 1,5 % svého času. Úroveň míry péče rodičů o výstelku ve večerních hodinách (18:00 – 22:00) se významně snížila oproti předchozímu časovému úseku. V případě samic byla zjištěna nejnižší úroveň, kdy nedocházelo k žádné úpravě hnízda. Úroveň míry péče o hnízdo byla u samců vyšší než ranní aktivita a odpovídala hodnotě 0,2 % času (Maxson & Oring, 1980). Naopak žádné významné rozdíly v péči o hnízdo během inkubace nebyly zjištěny u orlovce říčního (*Pandion haliaetus*). Přestože do inkubace vajec investovali rodiče významně rozdílnou míru času (samice 70,3 % a samec 25,7 % z celkových 101 hodin pozorování), byla úroveň míry péče obou rodičů o hnízdo stejná a odpovídala hodnotě 0,3 % z celkové doby pozorování (Levenson, 1979).

Ptáci hnízdící na zemi používají pro úpravu svých hnízd a jejich výstelek různé kousky materiálu, které se nacházejí v jeho blízkém okolí. Úpravu výstelky mohou ptáci provádět během inkubace nebo také, pokud se vyskytují v malé vzdálenosti od hnízda. Většinou dospělí jedinci sbírají zobákem různé kousky materiálu, které následně hází do strany směrem k hnízdu. Pokud je rodič na hnízdě nebo právě inkubuje vejce může tento materiál umisťovat do stran kolem svého těla nebo pod sebe (Goodfellow, 2011). Tímto způsobem pečuje o hnízdní výstelku například čejka černoprsá nebo kulík rezavoocasí také v případech, kdy dochází ke střídání rodičů na hnízdě během inkubace. Pozorováním kulíka rezavoocasého bylo zjištěno, že k výměně rodičů na hnízdě během inkubace předcházelo volání přilétajícího rodiče. Druhý rodič, který na hnízdě inkuboval vejce většinou vydával tóny. Současně také sbíral zobákem z okraje hnízda různé úlomky mušlí, které následně házel do stran podél svého těla. Střídající rodič, který pomalu přistupoval k hnízdu vždy sbíral úlomky do zobáku a některé z nich házel blíže směrem k hnízdu. Současně mezi rodiči docházelo k vokalizaci. Během střídání rodičů na hnízdě docházelo také ke společné úpravě výstelky a okolí hnízda. Poté střídající rodič usedl na hnízdo a tiše vokalizoval. Bylo také pozorováno, že inkubující rodič před opuštěním hnízda zakryl nohama vejce do písku po návratu k hnízdu vejce opět odkryl (Nickell, 1943).

Podobně také ukryvá svoji snůšku kajka mořská, která používá pro výstelku svých hnízd mořské řasy a velké množství prachového peří. Prachové peří si kajka vyškubává ze svých prsou a používá ho také zakrytí své snůšky, pokud inkubující rodič opouští hnízdo (Veselovský, 2001). Svá vejce také zakrývá před opuštěním hnízda potápka rudokrká (*Podiceps grisegena*). Hnízda na vodní ploše jsou většinou ukryta v rákosí a výstelku je tvořena vodními rostlinami. Během hnízdění je hnízdo pro zajištění plování samcem a samici neustále upravováno. Bylo zjištěno, že samci věnovali péči o hnízdo před inkubací v průměru 7,8 (+/- 1,1) minuty a samice v průměru 3,5 (+/- 0,6) minuty z každé hodiny denní doby (Kloskowski et al., 2012).

Ostrůvkovitá vodní hnízda lysky rohaté (*Fulica cornuta*), která jsou tvořena nahromaděnými kamínky jsou vystýlána během inkubace vodními řasami. Tyto řasy se nacházely v okolí hnízda a byly společně oběma rodiči plaváním přenášeny a umisťovány na tyto ostrůvky (Ripley, 1957). Na zemi hnízdící skalničec černoocasý (*Oenanthe melanura*) umisťuje před vchod svého hnízda drobné kamínky, které nejsou běžně používaným materiálem. Toto chování pravděpodobně souvisí s ochranou před

predátory a umístěné kamínky mohou informovat inkubující samici před blížícím se nebezpečím (Leader & Yom-tov, 1998). Úpravu hnízda pozorujeme také u tučňáka uzdičkového (*Pygoscelis antarcticus*). V průběhu, a hlavně po inkubaci vajec sbírali a vkládali dospělí jedinci kamínky do hnízd. Často byly kamínky také odebírány z jiných hnízd stejného druhu. Tato činnost byla u samců četnější a také sbírali větší velikosti kamínků oproti samicím. Zároveň byla pozorována vyšší agresivita samců v případě obrany hnízd před ostatními jedinci, kteří se snažili odebrat kamínky z jejich hnízd. Toto hnízdní chování pravděpodobně souvisí s ochranou hnízda před vyplavením, kdy menší hnízda s menším počtem kamínků byla zaplavená, což vedlo ke snížení hnízdní úspěšnosti a reprodukčního úspěchu (Moreno et al., 1995).

## 4 Metodika

V druhé části bakalářské práce je praktické zpracování videozáznamů se zaměřením na pozorování a statistickým zpracováním míry úsilí údržby hnízdní výstelky samic a samců čejky černoprsé během inkubace.

### 4.1 Popis studované populace

Podkladem pro zpracování této bakalářské práce byly záznamy pozorování hnízdění populace čejky černoprsé období března 2020 a června roku 2021 v jádrové zóně Al Marmoom Desert Conservation Reserve, Dubajský Emiráť, GPS souřadnice: 24°50'N, 55°21'E. Jedná se o největší rezervaci tohoto Emiráťu, která se nachází v poušti Seih Alsalam. a její součástí je 26 umělých, sladkovodních jezer. Odsolená mořská voda je přiváděna z Perského zálivu (Dubai Municipality, 2017). Břehový porost některých částí jezer tvoří rákos obecný (*Phragmites australis*). Na tomto stanovišti se vyskytují hojně vzrostlé stromy naditce jand (*Prosopis cineraria*) a v menší míře akácie (*Acacia*). Hnízda této populace čejky černoprsé se nacházela v otevřeném terénu většinou na písčném substrátu bez vegetace či s řídkým bylinným nebo keřovým pokryvem. Většina hnízd byla umístěná v blízkosti vodních ploch, ale některá hnízda byla pozorována také ve vzdálenosti několika desítek metrů od břehu jezer. Současně také bylo zjištěno, že hnízda umístěná na pevnině byla vzdálená od břehů jezer více než hnízda postavená na jezerních ostrovech. Období námluv a s tím spojená stavba hnízd u této populace probíhala od února a skončila začátkem měsíce srpna. (Elhassan et al., 2021).

### 4.2 Pořízení a zpracování záznamu

Pro nepřetržitý 24hodinový audio-video záznam jednotlivých hnízd a hnízdních aktivit dospělých jedinců byla použita kamera s funkcí nočního vidění. Pro rozlišení rodičů pečující o hnízdo a jejich střídání na hnízdě byla kamera od hnízd umístěna v dostatečné vzdálenosti. Současně byli hnízdící jedinci označeni pomocí barevných kroužků, které měli umístěné na nohách. Pozorovaná hnízda obsahovala také RFID datalogery, což jsou technická zařízení umožňují příjem signálů rádiových frekvencí okroužkovaných dospělých jedinců, které poskytla přesný přehled o výskytu konkrétního pohlaví na zkoumaném hnízdě.

Celkem bylo pro tuto bakalářskou práci zaznamenáno 14 hnízd čejky černoprse s celkovou dobou záznamu 564 hodin. Záznamy hnízd byly zpracovány postupně po jednohodinových úsecích pomocí programu BORIS (Friard & Gamba, 2016). Tento program umožňuje přiřadit k pozorované biologické aktivitě sledovaného jedince časový kód dle předem určených pravidel. Tyto pravidla jsou vymezena a uložena do nabídky ethogramu. Ethogram obsahoval stavové (State event) a bodové (Point event) události, které souvisely s hnízděním čejky černoprse. Stavové události označovali právě probíhající chování pozorovaného jedince a byly časově ohraničeny svým začátkem a koncem. Pokud tento jedinec současně prováděl předem určenou aktivitu, která nebyla stavovou událostí, byla tato aktivita a její přesný čas zaznamenán jako bodová událost. Mezi sledované stavové události dospělých jedinců patřili: „on the nest“, „incubation“, „shading“ a „sleeping“. Bodové události zahrnovali: „preening“, „building“, „egg turning“, „partner exchange“, „vocalization“, „bellysoaking“ a případně nějaké jiné, předem neurčené chování - „N/A“. V případě zjištění některého z výše uvedeného chování dospělých jedinců byl přiřazen v daném místě záznamu kód, který označil časový úsek či pozici pozorovaného chování. Před vlastním zpracováním záznamů a získáním přesných informací o jednotlivých časových pozicích chování dospělých jedinců bylo nutné sjednotit časový údaj záznamu s časovým kódem v programu BORIS. Výstupem zpracovaných záznamů byl sled jednotlivých stavových a bodových událostí s časovými úseky, které byly zjištěny na jednotlivých hnízdech. Tyto data byly následně uloženy do souborového formátu CSV. Bodovou událostí z ethogramu „building“ bylo označeno chování, které souviselo s úpravou hnízdní výstelky v průběhu inkubace nebo v případě, že se dospělý jedinec vyskytoval přímo na hnízdě. Tato bodová událost patřila mezi nejčastější pozorovaný jev, který dospělí jedinci vykonávali. Úprava výstelky hnízda spočívala ve sbírání kousků různého přírodního materiálu, který se nacházel v blízkém okolí hnízda. Tento materiál uchopil dospělý jedinec do zobáku a prudký hlavou byl odhozen do hnízda nebo směrem k hnízdu. Veškeré tyto záznamy aktivit spojené s úpravou hnízdní výstelky a s jejich časovým kódem byly doplněny daty z RFID datalogerů. Tento přehled a výstup CSV souboru z programu BORIS umožnil rozlišit jednotlivé události samce a samice na jednotlivých pozorovaných hnízdech a tyto data byly dále statisticky zpracovány.

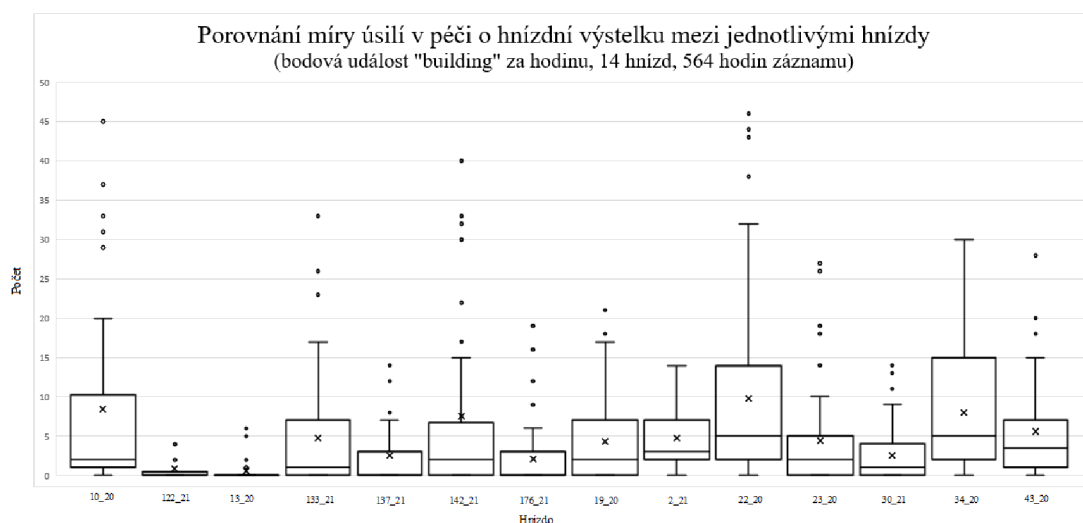
### 4.3 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování získaných dat probíhalo pomocí programu R, verze 4.3.1 (R Core Team, 2023). Výstup z pozorování byl zpracován a uložen do souboru `rwl.RData`, který byl následně zpracován pomocí kódu, který obsahoval sérii příkazů (Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024). Nejprve byly z těchto dat odstraněny záznamy se stavovou událostí „N/A“ a také záznamy, které neobsahovaly stavovou událost „incubation“. Následně tato data byla upravena zarovnána podle pořadí dnů v roce, tak aby záznamy jednotlivých hnízd na sebe navazovaly. Ze stejného důvodu a tím zvýšení přesnosti výpočtu úpravy hnízdní výstelky v průběhu dne byly jednotlivé časové úseky inkubace převedeny z hodin na radiány, které byly později použity pro výpočet modelu s odhadem náhodného efektu (Graf č.3). Soubor těchto dat byl uložen do řádků datového rámce („dataframe“), kde každý jeho řádek představoval záznam právě 1 hodiny pozorování. Do sloupců datového rámce byly ukládány jednotlivé pozorované veličiny. Datový rámec obsahoval 564 řádku, což odpovídalo 564 hodin záznamu z celkem 14 studovaných hnízd. Následně bylo ověřeno, zda všechny uvedené záznamy inkubací obsahují také informaci o pohlaví právě inkubujícího jedince. Záznamy s touto informací byly dále zpracovány pro zjištění míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi. V rámci zpracování dat byla bodová událost „building“ ošetřena kódem a její četnost byla nejčastěji jednou za půl minuty. Pro porovnání míry úsilí této bodové události byl použit model s odhadem náhodného efektu.

## 5 Výsledky

### 5.1 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy

Bylo vyhodnoceno celkem 14 hnízd s celkovou dobou záznamu 564 hodin. Vstupní data z pozorování této populace byla využita pro zjištění rozdílů četnosti bodové události „building“ za hodinu pozorování v rámci těchto hnízd (Graf č. 1, Tabulka č. 1).



Graf č. 1. Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěny na jednotlivých zkoumaných hnízdech (14 hnízd, 564 hodin). Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehle a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování

Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy (bodová událost "building", 14 hnízd, 564 hodin záznamu)															
Hnízdo	10_20	122_21	13_20	133_21	137_21	142_21	176_21	19_20	2_21	22_20	23_20	30_21	34_20	43_20	CELKEM
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	0
Medián / Q2	2	0	0	1	0	2	0	2	3	5	2	1	5	3,5	2
Průměr ± SD	8,47 ± 11,79	0,83 ± 1,52	0,38 ± 1,39	4,80 ± 7,38	2,57 ± 4,23	7,59 ± 11,76	2,13 ± 4,07	4,27 ± 5,31	4,80 ± 4,61	9,81 ± 11,85	4,44 ± 6,78	2,56 ± 3,63	7,96 ± 8,05	5,59 ± 6,48	5,14 ± 8,02
Q3	10,25	0,5	0	7	3	6,75	3	7	7	14	5	4	15	7	7
Nejvyšší	45	4	6	33	14	40	19	21	14	46	27	14	30	28	46

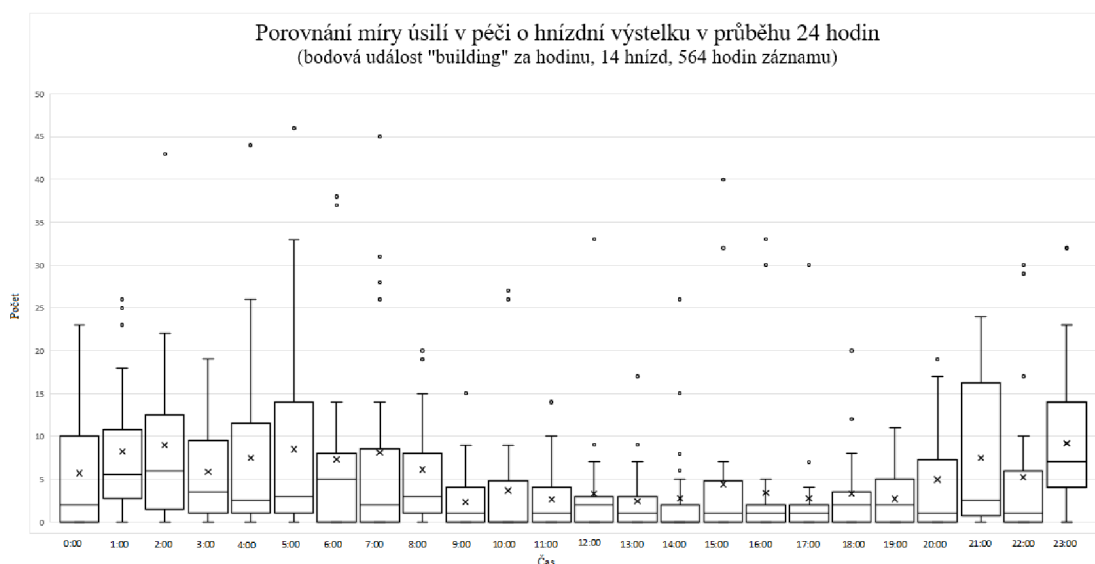
Tabulka č. 1 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Sloupec „CELKEM“ obsahuje popisnou statistiku celého zkoumaného vzorku (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Výšvčtřlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování.

Výsledky společné péče obou pohlaví o hnízdní výstelku vykazují významné rozdíly mezi jednotlivými hnízdy. Nejvyšší průměrná hodinová četnost úpravy byla na úrovni  $9,81 \pm 11,85$  (SD) (hnízdo 22\_20), zatímco průměrná hodinová hodnota četnosti úprav všech studovaných hnízd byla  $5,14 \pm 8,02$  (SD). Tuto nebo vyšší průměrnou hodnotu četnosti úprav vykazovalo 5 z celkem 14 hnízd (35,71 %).



## 5.2 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin

Bylo vyhodnoceno celkem 14 hnízd s celkovou dobou záznamu 564 hodin. Vstupní data z pozorování této populace byla využita pro zjištění rozdílů četnosti bodové události „building“ za hodinu pozorování v průběhu 24 hodin (Graf č.2, Tabulka č.2).



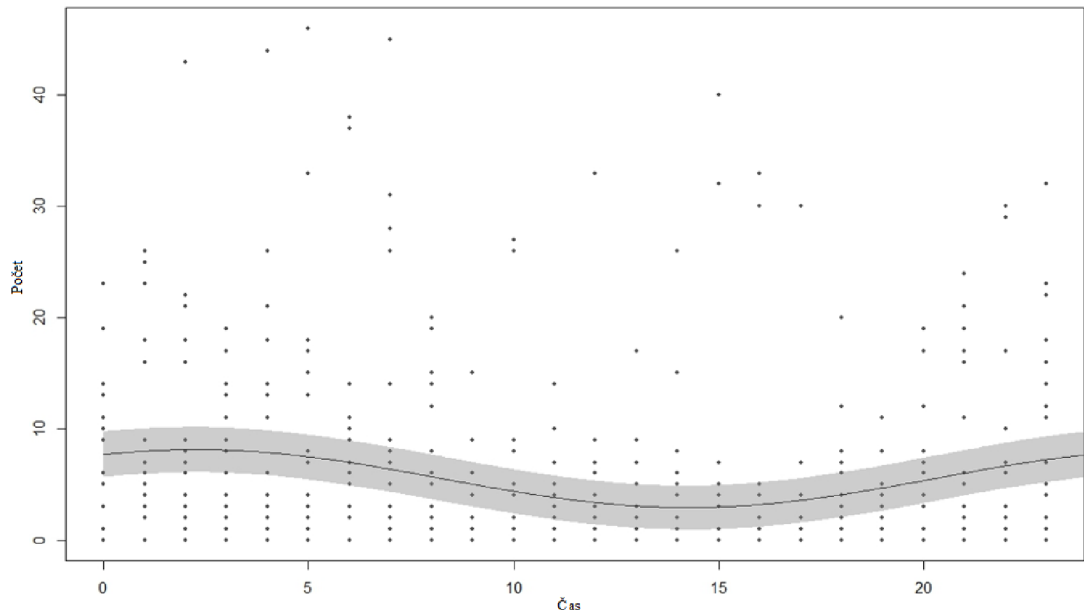
Graf č. 2 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin. Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěny na jednotlivých zkoumaných hnízdech (14 hnízd, 564 hodin). Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehle a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování.

Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin (bodová událost "building" za hodinu, 14 hnízd, 564 hodin záznamu)												
Čas	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	2,75	1,5	1	1	1	0	0	1	0	0	0
Medián / Q2	2	5,5	6	3,5	2,5	3	5	2	3	1	0	1
Průměr ± SD	5,69 ± 6,61	8,25 ± 8,32	8,95 ± 10,66	5,90 ± 5,91	7,50 ± 10,49	8,48 ± 11,52	7,30 ± 10,17	8,13 ± 12,11	6,12 ± 6,62	2,32 ± 3,46	3,69 ± 7,09	2,67 ± 3,65
Q3	10	10,75	12,5	9,5	11,5	14	8	8,5	8	4	4,75	4
Nejvyšší	23	26	43	19	44	46	38	45	20	15	27	14
Podíl z hodiny	4,74%	6,88%	7,46%	4,92%	6,25%	7,07%	6,08%	6,78%	5,10%	1,93%	3,08%	2,23%

Čas	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	4
Medián / Q2	2	1	0	1	1	1	2	2	1	2,5	1	7
Průměr ± SD	3,30 ± 6,40	2,46 ± 3,71	2,76 ± 5,49	4,42 ± 9,49	3,44 ± 8,38	2,78 ± 6,16	3,30 ± 4,69	2,71 ± 2,91	4,95 ± 6,49	7,50 ± 8,27	5,23 ± 8,72	9,19 ± 8,58
Q3	3	3	2	4,75	2	2	3,5	5	7,25	16,25	6	14
Nejvyšší	33	17	26	40	33	30	20	11	19	24	30	32
Podíl z hodiny	2,75%	2,05%	2,30%	3,68%	2,87%	2,32%	2,75%	2,26%	4,13%	6,25%	4,36%	7,66%

Tabulka č. 2 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy v průběhu 24 hodin (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Řádek „Podíl z hodiny“ obsahuje přibližný odvozený podíl času z průměrné hodinové hodnoty bodové události (1 událost za 30 s). Vysvětlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování.

Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin s modelovým odhadem  
(bodová událost "building" za hodinu, 14 hnízd, 564 hodin záznamu)

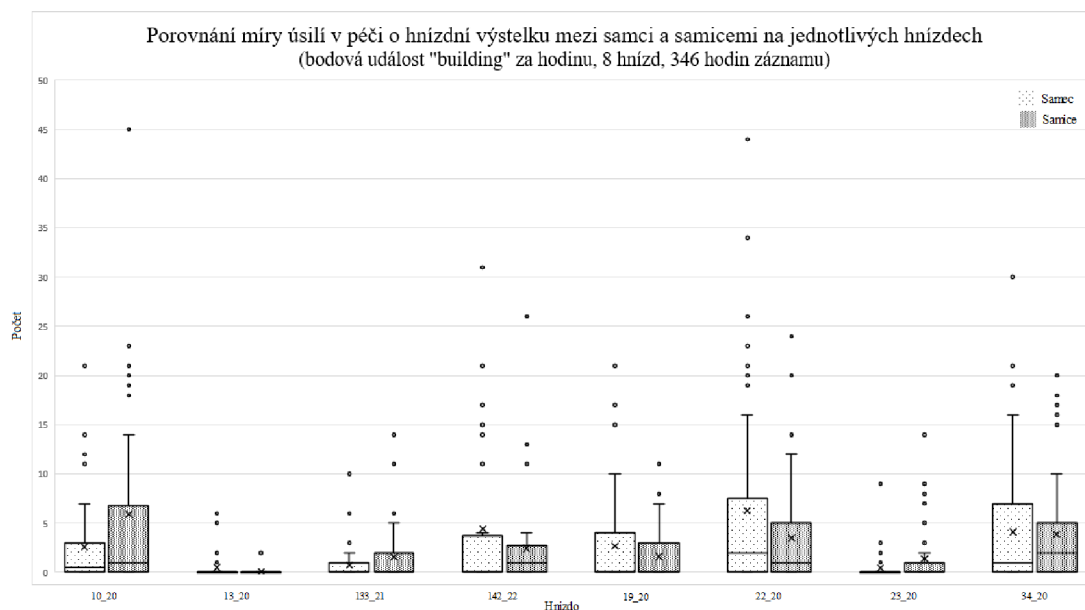


Graf č.3 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin s modelovým odhadem náhodného efektu (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Tenká křivka v grafu vyjadřuje odhad míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin. Šedý pruh kolem této křivky popisuje 95% pravděpodobnost výskytu míry úsilí modelového odhadu. Zdroj: Vlastní zpracování.

Významné rozdíly v péči o výstelku byly také pozorovány v průběhu dne. Oproti průměrné hodinové hodnotě četnosti úprav všech studovaných hnízd ( $5,14 \pm 8,02$  (SD)), byla zjištěna vyšší aktivita dospělých jedinců v noci a ranních hodinách (0:00 - 8:00). V tomto časovém rozmezí byla průměrná četnost  $7,37 \pm 1,14$  (SD) a v průměru zaujímal přibližně v průměru 6,14 % času z hodiny. S postupujícím dnem byla tato činnost dospělými jedinci snížena na průměrnou hodnotu  $3,08 \pm 0,59$  (SD), což přibližně tvořilo v průměru 2,56 % času z hodiny. Ve večerních hodinách (20:00 – 24:00) byla tato aktivity navýšena a dosahovala v průměru hodnoty  $6,72 \pm 1,07$  (SD) za hodinu. V této době využili dospělí jedinci pro úpravu výstelky přibližně v průměru 5,60 % času z hodiny (Graf č.2, Tabulka č.2). Graf č.3 znázorňuje porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku s modelovým odhadem.

## 5.3 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi na jednotlivých hnízdech

Z důvodu nedostupnosti dat o výskytu samců a samic na všech hnízdech, byla míra úsilí jednotlivých pohlaví zkoumaná pouze u 8 hnízd s dobou záznamu 346 hodin. Tyto vstupní údaje sloužily k výpočtu míry úsilí úpravy hnízdní výstelky obou pohlaví ve zkoumané populaci (Graf č.4, č.5a, č.5b, č.5c, Tabulka č.3, 4a, 4b, 4c).



Graf č. 4 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi na jednotlivých hnízdech (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěny na jednotlivých zkoumaných hnízdech (celkem 8). Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehle a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování

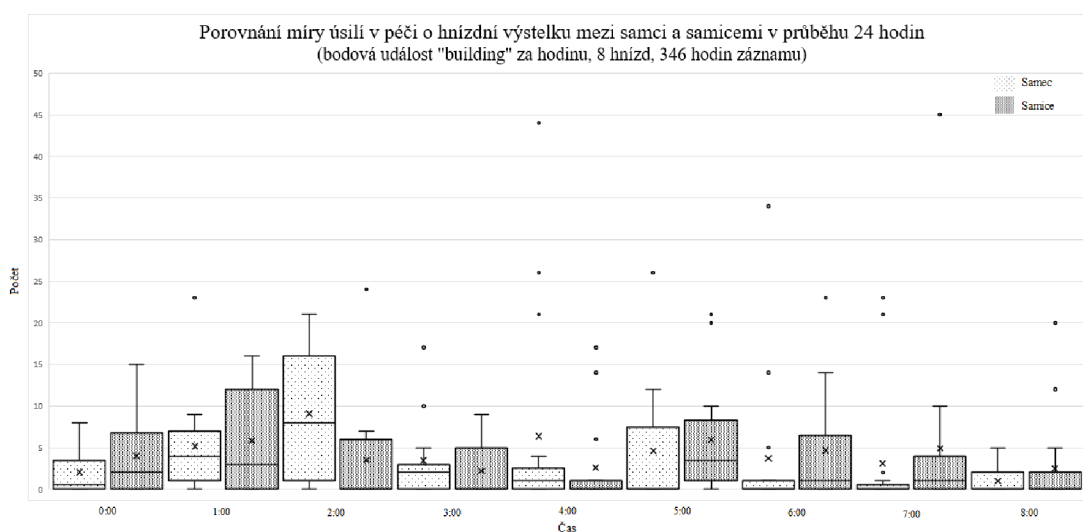
Hnízdo	10_20		13_20		133_21		142_21		19_20		22_20		23_20		34_20	
Pohlaví	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice	Samci	Samice
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medián / Q2	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2
Průměr ± SD	2,61 ± 4,64	5,87 ± 9,43	0,52 ± 1,37	0,06 ± 0,34	0,71 ± 1,77	1,58 ± 2,86	4,44 ± 7,82	2,44 ± 5,01	2,05 ± 4,47	1,62 ± 2,62	6,31 ± 9,49	3,51 ± 5,77	0,44 ± 1,48	1,39 ± 3,04	4,11 ± 6,31	3,86 ± 5,13
Q3	3	6,75	0	0	1	2	3,75	2,75	4	3	7,5	5	0	1	7	5
Nejvyšší	21	45	6	2	10	14	31	26	21	11	44	24	9	14	30	20
Podíl z hodiny	2,18%	4,89%	0,43%	0,05%	0,59%	1,32%	3,70%	2,03%	2,21%	1,35%	5,26%	2,93%	0,37%	1,16%	3,43%	3,22%

Tabulka č. 3 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi na jednotlivých hnízdech (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Řádek „Podíl z hodiny“ obsahuje přibližný odvozený podíl času z průměrné hodinové hodnoty bodové události (1 událost za 30 s). Výšvčtvlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování.

Významné rozdíly v péči o výstelku byly pozorovány mezi samci a samicemi v rámci jednotlivých hnízd. Celkově samci pečovali o výstelku více než samice, a to v průměru  $2,95 \pm 6,08$  (SD) oproti  $2,63 \pm 5,19$  (SD) bodové události (Graf č.5c, Tabulka č.4c).

Samci vykazovali tuto rodičovskou péči přibližně v průměru po dobu 2,46 % času z hodiny, zatímco samice 2,63 % (Graf č.5c, Tabulka č.4c). Zjištěné rozdíly v péči o hnízdní výstelku v rámci jednotlivých hnízd mohou přiblížit fotografie hnízd v příloze (Obrázek č. 1, č.2 a č.3).

## 5.4 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin



Graf č.5a Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěné na jednotlivých zkoumaných hnízdech. Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehlé a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování

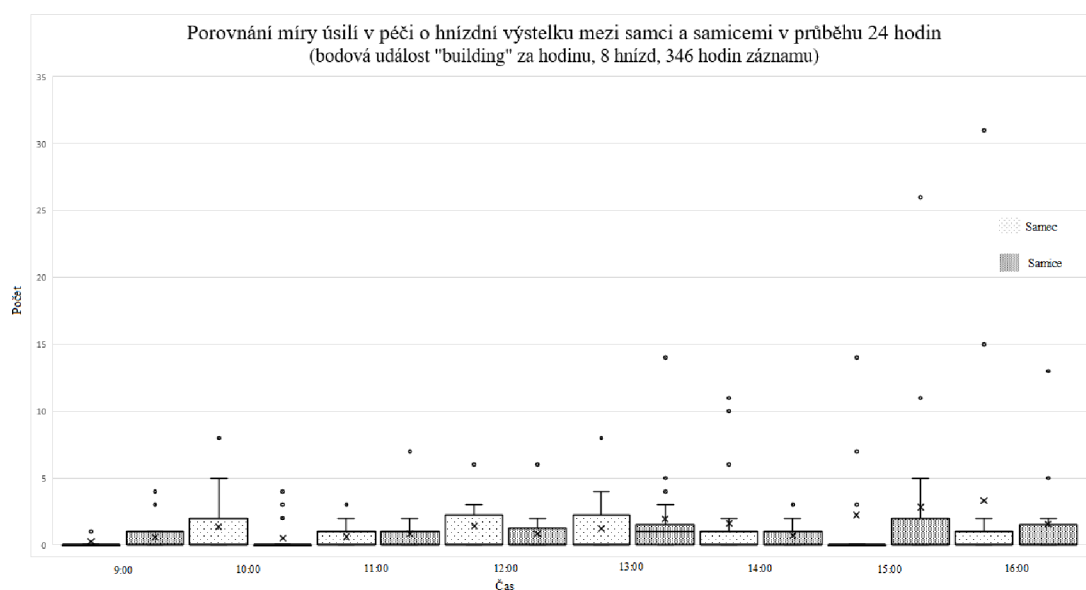
Čas	0:00		1:00		2:00		3:00		4:00		5:00		6:00		7:00		8:00	
Poklari	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice	Samc	Samice
Nejmíň	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Medián / Q2	0,50	2	4	3	8	0	2	0	1	0	0	4	0	1	0	1	0	0
Průměr ± SD	2,06 ± 2,78	4,60 ± 4,85	5,15 ± 5,95	5,85 ± 5,71	9,08 ± 7,77	3,58 ± 6,69	3,46 ± 4,73	2,22 ± 3,07	6,38 ± 12,32	2,86 ± 5,12	4,92 ± 6,98	6,27 ± 6,54	3,67 ± 5,86	4,67 ± 6,46	3,12 ± 7,43	4,92 ± 11,10	1,06 ± 1,53	1,47 ± 5,30
Q3	3,50	6,75	7	12	16	4	3	5	2,50	1	8	8,50	1	6,50	0,50	4	2	2
Nejvíce	8	15	23	16	21	24	17	9	44	17	26	21	24	23	23	45	5	20
Podíl z hodiny	1,72%	3,33%	4,29%	4,88%	7,57%	2,92%	2,88%	1,86%	5,32%	2,13%	4,11%	5,23%	3,06%	3,59%	2,61%	4,11%	0,83%	2,04%

Tabulka č.4a Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Řádek „Podíl z hodiny“ obsahuje přibližný odvozený podíl času z průměrné hodinové hodnoty bodové události (1 událost za 30 s). Výšvčtvlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování.

Rozdíly v péči samců a samic byly také zjištěny v rámci porovnání míry jejich úsilí v průběhu dne (24 hodin). V případě samců byla zjištěna významná, nejvyšší průměrná bodová událost v době mezi 2-3 hodinou ranní ( $9,08 \pm 7,77$  (SD)), zatímco samice v tuto dobu upravovaly výstelku mírně nadprůměrně ( $3,50 \pm 6,69$  (SD)).

Samice nejvíce upravovali výstelku v době mezi 5-6 hodinou ranní ( $6,27 \pm 6,54$  (SD)). Samci se v tuto dobu starali o výstelku v průměru přibližně 2x více oproti jejich průměrnému úsilí ( $4,93 \pm 6,98$  (SD)) (Graf č.5a, Tabulka č.4a).

V dopoledních a odpoledních hodinách (mezi 9–19 hodinou) bylo zjištěno významně nižší úsilí při úpravě výstelky současně u obou rodičů. Péče rodičů v průměru dosahovala spíše poloviční úrovně jejich průměrných hodnot (Graf č.5b a 5c, Tabulka č.4b a 4c).



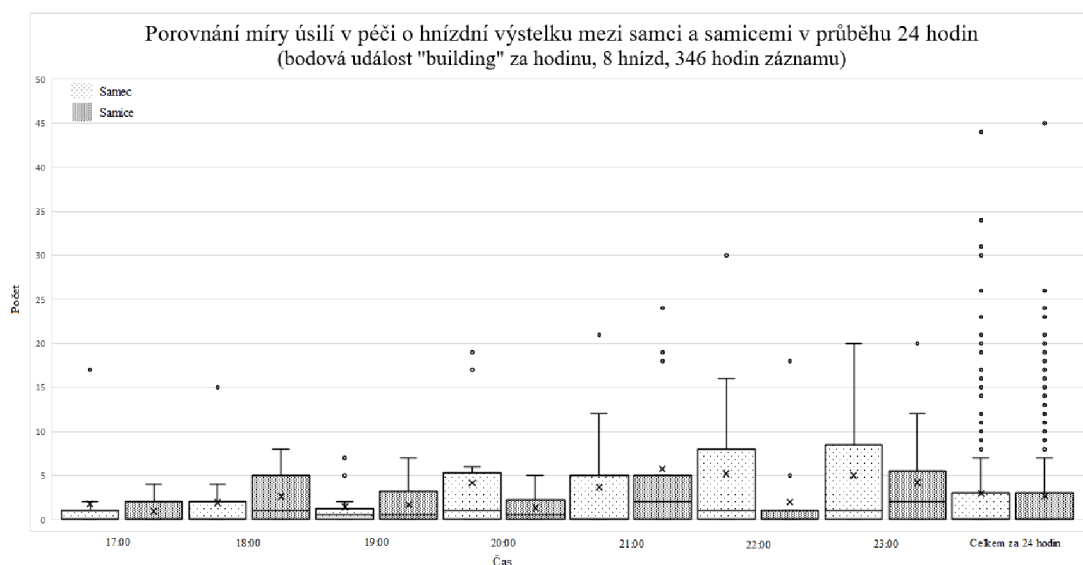
Graf č.5b. Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin. (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěny na jednotlivých zkoumaných hnízdech (celkem 8). Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehle a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování.

Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin (bodová aktivita "building" za hodinu, 8 hnízd, 346 hodin záznamu)																		
Čas	9:00		10:00		11:00		12:00		13:00		14:00		15:00		16:00		17:00	
Pohlaví	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medián / Q2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměr ± SD	0,24 ± 0,42	0,69 ± 1,14	1,35 ± 1,17	0,63 ± 1,19	0,61 ± 1,01	0,83 ± 1,07	1,44 ± 2,03	0,81 ± 1,55	1,15 ± 2,19	1,94 ± 3,45	1,63 ± 3,34	0,68 ± 1,03	2,24 ± 4,63	2,82 ± 6,40	3,33 ± 8,27	1,63 ± 3,34	1,77 ± 4,46	0,92 ± 1,21
Q3	0	1	2	0	1	1	2,25	1,25	2,25	1,50	1	1	0	2	1	1,50	1	2
Novýší	1	4	8	4	3	7	6	6	8	14	11	3	14	26	31	13	17	4
Podíl z hodiny	0,20%	0,40%	1,13%	0,41%	0,51%	0,69%	1,20%	0,68%	1,04%	1,62%	1,36%	0,57%	1,87%	2,36%	2,78%	1,28%	1,45%	0,77%

Tabulka č. 4b Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin. (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Řádek „Podíl z hodiny“ obsahuje přibližný odvozený podíl času z průměrné hodinové hodnoty bodové události (1 událost za 30 s). Výšvětlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování.

Ve večerních hodinách (mezi 20-24 hodinou) byla pozorována vzrůstající průměrná péče u obou rodičů. Současně v době mezi 20-23 hodinou probíhala mezi rodiči „střídavá péče“, kdy byl pozorován významný průměrný nárůst v úsilí u jednoho rodiče, zatímco u druhého pohlaví došlo k poklesu. V následující hodině došlo k významné obměně a vyšší průměrná míra péče o výstelku byla pozorována u

pohlaví, které v předchozí hodině opečovávalo výstelku s nižším průměrným úsilím a naopak. Nejvyšší průměrná bodová událost u samců ve večerních byla zjištěna mezi 22-23 hodinou ( $5,20 \pm 8,23$  (SD)), zatímco u samic mezi 21-22 hodinou ( $5,77 \pm 8,19$  (SD)) (Graf 5c, Tabulka 4c) . Nejvyšší společné průměrné úsilí rodičů o výstelku probíhalo mezi 2-3 hodinou (Graf 5a, Tabulka 4a).



Graf č.5c Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin. (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Na svislé ose jsou uvedeny jednotlivé bodové události, které byly zjištěné na jednotlivých zkoumaných hnízdech (celkem 8). „Celkem za 24 hodin“ vyznačují celkové porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi za 24 hodin. Krabicový graf zobrazuje medián hodnot, který je znázorněn vodorovnou čarou uvnitř boxu. Průměrná hodnota dat je označena „x“. Spodní hranice boxu odpovídá 25% kvantilu a horní 75% kvantilu. Výška boxu pak zachycuje 50% všech hodnot. Hranice vertikálních čar vymezují interval, který obsahuje většinu hodnot a je vymezen 1,5násobkem výšky boxu. Odlehle a netypické hodnoty jsou v grafu vyznačeny bodem. Zdroj: Vlastní zpracování.

Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin (bodová aktivita "building" za hodinu, 8 hnízd, 346 hodin záznamu)														
Čas	18:00		19:00		20:00		21:00		22:00		23:00		Celkem za 24 hodin	
Pohlaví	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice	Samec	Samice
Nejnižší	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medián / Q2	0	1	0	0	1	0,50	0	2	1	0	1	2	0	0
Průměr ± SD	1,92 ± 3,99	2,62 ± 2,84	1,42 ± 2,18	1,67 ± 2,21	4,17 ± 6,49	1,33 ± 1,70	3,69 ± 6,19	5,77 ± 8,19	5,20 ± 8,23	2,00 ± 4,59	5,00 ± 6,78	4,20 ± 5,71	2,95 ± 6,08	2,63 ± 5,19
Q3	2	5	1,25	3,25	5,25	2,25	5	5	8	1	1	1	3	3
Nejvyšší	15	8	7	7	19	5	21	24	30	18	11	3	44	45
Podíl z hodiny	1,60%	2,18%	1,18%	1,39%	3,48%	1,11%	3,08%	4,81%	4,33%	1,67%	4,17%	3,50%	2,46%	2,19%

Tabulka č. 4c Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin. (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Jednotlivé sloupce obsahují hodnoty popisné statistiky konkrétních studovaných hnízd. Sloupec „CELKEM“ obsahuje popisnou statistiku celého zkoumaného vzorku (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Řádek „Podíl z hodiny“ obsahuje přibližný odvozený podíl času z průměrné hodinové hodnoty bodové události (1 událost za 30 s). Vysvětlivky: Q1 – dolní kvartil, Q2 – druhý kvartil, SD – směrodatná odchylka od průměru, Q3 – horní kvartil. Zdroj: Vlastní zpracování

## 6 Diskuze

Výsledky pozorování populace čejky černoprsé prokázaly významné rozdíly v rámci jednotlivých hnízd a pohlaví jedinců při péči o hnízdní výstelku. Tyto rozdíly mohou být způsobeny výběrem hnízdiště. Greenwald (2009) uvedla, že druh substrátu a dostupnost vhodného stavebního materiálu mohl ovlivnit hnízdní výstelku kulíka hvízdavého. Kubelka(2019) uvádí, že velikost výstelky čejky chocholaté byla významně ovlivněna vlhkostí a dostupností stavebního materiálu na hnízdišti. Dostupnost, množství a typ stavebního materiálu jsou patrné z fotek jednotlivých hnízd (Obrázek č.5, č.6 a č.7). Galbraith (1989) uvádí, že významným činitelem ovlivňující velikost a provedení pozemního hnízda je přítomnost predátora, což by mohlo vysvětlovat výskyt hnízd s malou či dokonce žádnou výstelku (Obrázek č.5 a č.6). Současně se ve studované populaci nacházela hnízda jejichž výstelka byla udržována větší mírou, což pravděpodobně souvisí s její velikostí (Obrázek č.7.). Kubelka (2019) dodává, že se na velikosti výstelky čejky chocholaté neprojevil vliv žádného případného predátora, což může souviset s její aktivní obranou hnízda. Také Green (1990) také popisuje útočnou obranu čejek před případnými predátory. Baňbura (2001) uvádí významné úsilí samic sýkory modřinky při péči o hnízdní výstelku, které je v průměru 3,3krát vyšší než úsilí samečků. Levenson (1979) dokládá vyrovnané úsilí samců a samic orlovce říčního při úpravě hnízda. Výše uvedené výsledky zkoumané populace čejek dokládají v průměru vyrovnanou péči samců a samic o hnízdní výstelku, přestože v rámci jednotlivých hnízd jsou významné rozdíly ve velikosti výstelky.

## 7 Závěr

Výsledky zkoumání populace čejky černoprsé prokázaly, že míra péče o hnízdní výstelku se v průměru mezi pohlavími celé populace nelišila. Byly zjištěny významné rozdíly v četnosti péči mezi jednotlivými hnízdy, které pravděpodobně odpovídaly velikosti jejich výstelek. S největší pravděpodobností je velikost hnízdní výstelky a míry péče o ni ovlivněna dostupností stavebního materiálu. Pro další zkoumání míry péče o hnízdní výstelku tohoto druhu navrhuji detailněji zaznamenat umístění a významné podmínky v okolí hnízda, které by mohli ovlivnit zkoumané chování.



## 8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Aasen, M., Slagsvold, T., 2020. No cultural transmission of use of nest materials in titmice *Paridae*. *Animal Behaviour*. 170, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.10.005>

Akresh, M. E., Ardia, D. R., King, D. I., 2017. Effect of nest characteristics on thermal properties, clutch size, and reproductive performance for an open-cup nesting songbird. *Avian Biology Research*. 10(2), 107-118. <https://doi.org/10.3184/175815617X14878495604724>

Al-Safadi, M. M., 2006. Observations on the breeding biology of the swallow *Hirundo rustica transitiva* in Gaza strip, Palestine. *Al-Aqsa University Journal (Natural Sciences Series)*. 10(SE), 13-19.

Andreas, B. K., 2010. Use of bryophytes by Carolina chickadees (*Poecile carolinensis*) in nest construction. *Evansia*. 27(1), 23-29. <https://doi.org/10.1639/0747-9859-27.1.23>

Archie, E. A., Theis, K. R., 2011. Animal behaviour meets microbial ecology. *Animal Behaviour*. 82(3), 425-436. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.05.029>

Bañbura, J., Perret, P., Blondel, J., Sauvages, A. N. N. E., Galan, M. J., Lambrechts, M. M., 2001. Sex differences in parental care in a Corsican blue tit *Parus caeruleus* population. *Ardea*. 89(3), 517-526.

Biddle, L.E., Goodman, A. M., Deeming, D. C., 2016. Geographical effects on the mass and dimensions of finch (*Fringillidae, Passeriformes*) and thrush (*Turdidae, Passeriformes*) nests. *Avian Biology Research*. 9(1), 13-21. <https://doi.org/10.3184/175815516X14490632108472>

Biddle, L.E., Goodman, A. M., Deeming, D. C., 2017. Construction patterns of birds' nests provide insight into nest-building behaviours. *PeerJ*. 5:e3010. <https://doi.org/10.7717/peerj.3010>

- Bogdanova, M. I., Nager, R. G., Monaghan, P., 2007. Age of the incubating parents affects nestling survival: an experimental study of the herring gull *Larus argentatus*. *Journal of Avian Biology*. 38(1), 83-93. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0908-8857.03701.x>
- Bolopo, D., Canestrari, D., Marcos, J. M., Baglione, V., 2015. Nest sanitation in cooperatively breeding carrion crows. *The Auk: Ornithological Advances*. 132(3), 604-612.
- Breed, M. D., Moore, J., 2016. Nesting, parenting, and territoriality. In: *Animal Behavior*. Academic Press. London. 395-422.
- Briggs, K. B., Deeming, C. D., 2016. Use of materials in nest construction by pied flycatchers *Ficedula hypoleuca* reflects localized habitat and geographical location. *Bird Study*. 63(4), 516-524. <https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1238867>
- Briggs, K. B., Deeming, C. D., 2021. Localized habitat affects size and materials used in the construction of common redstart *Phoenicurus phoenicurus* nests. *Bird Study*. 68(1), 9-20. <https://doi.org/10.1080/00063657.2021.1958197>
- Bulit, F., Palmerio, A. G., Massoni, V., 2008. Differences in rates of nest-visitation and removal of faecal sacs by male and female white-rumped swallows. *Emu-Austral Ornithology*. 108(2), 181-185.
- Byrkjedal, I., Lislevand, T., Grønstøl, G., 2013. Rapid sampling of males and territories by female northern lapwing, *Vanellus vanellus*. *The Wilson Journal of Ornithology*. 125(4), 809-811. <https://doi.org/10.1676/13-072.1>
- Cairns, W.E., 1982. Biology and behavior of breeding piping plovers. *Wilson Bulletin*. 94, 531-545.
- Clark, L., Mason, R. J., 1988. Effect of biologically active plants used as nest material and the derived benefit to starling nestlings. *Oecologia*. 77(2), 174-180. <https://doi.org/10.1007/BF00379183>
- Clutton-Brock, T. H., 1991. *The evolution of parental care*. Princeton University Press. Princeton, 352 s.

- Collias, N. E., 1964. The evolution of nests and nest-building in birds. *American Zoologist*. 4, 175-190.
- Collias, N. E., Collias, E. C., 1984. Nest building and bird behavior. Princeton University Press. Princeton, 358 s.
- Collias, N.E., 1986. Engineering aspects of nest building by birds. *Endeavour*. 10(1), 9-16. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(86\)90044-X](https://doi.org/10.1016/0160-9327(86)90044-X)
- Collias, N. E., 1997. On the origin and evolution of nest building by passerine Birds. *The Condor*. 99(2), 253-270. <https://doi.org/10.2307/1369932>
- Crossman, C. A., Rohwer, V. G., Martin, P.R., Fenton, B., 2011. Variation in the structure of bird nests between northern Manitoba and southeastern Ontario. *PLoS ONE*. 6(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019086>
- Čech, P., 2006: Reprodukční biologie ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) a možnosti jeho ochrany v současných podmínkách České republiky. *Sylvia* 42: 49–65.
- Davies, S. J. J. F., 1962. The nest-building behaviour of the magpie goose *Anseranas semipalmata*. *Ibis*. 104(2), 147-157. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1962.tb08641.x>
- De España, E. E. N., Fenología, S. D. S. N., De Los Nídeos, É. X. I. T. O., De Ayuda, Y. C., 2010. Breeding ecology of long-tailed tits *Aegithalos caudatus* in northwestern Spain: phenology, nest-site selection, nest success and helping behaviour. *Ardeola*. 57(2), 267-284.
- De Marchi, G., Chiozzi, G., Fasola, M., 2008. Solar incubation cuts down parental care in a burrow nesting tropical shorebird, the crab plover *Dromas ardeola*. *Journal of Avian Biology*. 39(5), 484-486. <https://doi.org/10.1111/j.0908-8857.2008.04523.x>
- Deeming, D. C., Mainwaring, M. C., Hartley, I. R., Reynolds S. J., 2012. Local temperature and not latitude determines the design of blue tit and great tit nests. *Avian Biology Research*. 5(4), 203-208. <https://doi.org/10.3184/175815512X13528874959581>
- Deeming, D. C., Reynolds, S. J., 2015. Nests, eggs, and incubation. Oxford University Press. Oxford, 296 s.

- Deeming, D. C., Dickinson, A.M., Broughton R. E., Locke E., Gray L. A., Bennett S.L., Gilchrist R., Muniz S., Goodman A.M., Biddle L.E., 2020a. Factors affecting thermal insulation of songbird nests as measured using temperature loggers. *Physiological and Biochemical Zoology*. 93(6), 488-504. <https://doi.org/10.1086/711959>
- Deeming, C. D., Griffiths, J. D., Biddle, L. E., 2020b. Material type and position determines the insulative properties of simulated nest walls. *Ardeola*. 67(1), 127-136. <https://doi.org/10.13157/arla.67.1.2020.sc7>
- Deméré, T., Hollingsworth, B. D., Unitt, P., 2002. Nests and nest-building animale. *Field Notes*. 3, 13-15.
- Dillenseger, G., Rimoldi, A., Barreto, S., Ugarte-Lewis, L.M., Kubelka, V., 2022. Male-dominated courtship in an unexpectedly late-breeding Andean lapwing (*Vanellus resplendens*) population. bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.10.25.513697>
- Dubai Municipality. 2017. Bird ringing within the Emirate of Dubai. Annual Report, Natural Resources Conservation Section, Environment Department, Dubai Municipality, Dubai.
- Dykstra, C. R., Hays, J. L., Simon, M. M., 2009. Selection of fresh vegetation for nest lining by red-shouldered hawks. *The Wilson Journal of Ornithology*. 121(1), 207-210. <https://doi.org/10.1676/08-035.1>
- Dykyy, I., Bedernichek, T., 2022. Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) started using mosses as nesting material in the southernmost colony on the Antarctic Peninsula (Cape Tuxen, Graham Land). *Polar Biology*. 45(1), 149-152. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02968-4>
- Elhassan, E. E. M., Sládeček, M., Badaam, S., Brynychová, K., Chajma, P., Firlová, V., Janatová, V., Kubelka, V., Pešková, L., Vozabulová, E., Almuhery, A., Šálek M., 2021. An artificial lakes system intended for human recreation supports a vital breeding population of red-wattled lapwing in the Arabian desert. *Avian Conservation & Ecology*. 16(2). <https://doi.org/10.5751/ACE-01978-160220>

- Evans, J. K., Griffith, S. C., Klasing, K. C., Buchanan, K. L., 2016. Impact of nest sanitation on the immune system of parents and nestlings in a passerine bird. *Journal of Experimental Biology*. 219(13), 1985-1993. <https://doi.org/10.1242/jeb.130948>
- Feng, C., Yang, C., Liang, W., 2019. Nest sanitation facilitates egg recognition in the common tailorbird, a plaintive cuckoo host. *Zoological research*. 40(5), 466-470. <https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2019.054>
- Fontaine, J. J., Martel, M., Markland, H. M., Niklison, A. M., Decker, K. L., Martin, T. E., 2007. Testing ecological and behavioral correlates of nest predation. *Oikos*, 116(11), 1887-1894. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16043.x>
- Friard, O., Gamba, M., 2016. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in ecology and evolution*. 7(11), 1325-1330. doi: 10.1111/2041-210X.12584
- Friedl, T. W. P., Klump, G. M., 2000. Nest and mate choice in the red bishop (*Euplectes orix*): female settlement rules. *Behavioral Ecology*. 11(4), 378–386.
- Galbraith, H., 1989. Arrival and habitat use by lapwings *Vanellus vanellus* in the early breeding season. *Ibis*. 131(3), 377-388. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1989.tb02786.x>
- García-Navas, V., Valera, F., Griggio, M., 2015. Nest decorations: an ‘extended’ female badge of status?. *Animal Behaviour*. 99, 95-107. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.10.024>
- Gehlbach, F. R., Baldrige, R. S., 1987. Live blind snakes (*Leptotyphlops dulcis*) in eastern screech owl (*Otus asio*) nests: a novel commensalism. *Oecologia*. 71(4), 560-563. <https://doi.org/10.1007/BF00379297>
- Gilbert, G., Tyler, G. A., Dunn, C. J., Smith, K. W., 2005. Nesting habitat selection by bitterns *Botaurus stellaris* in Britain and the implications for wetland management. *Biological Conservation*. 124(4), 547-553. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.02.010>
- Goodfellow, P., 2011: *Avian architecture*. Princeton University Press, Princeton, 160 s.

- Gosline, J. M., Demont, E. M., Denny, M. W., 1986. The structure and properties of spider silk. *Endeavour*. 10(1), 37-43. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(86\)90049-9](https://doi.org/10.1016/0160-9327(86)90049-9)
- Gow, E. A., Wiebe, K. L., Musgrove, A., 2015. Nest sanitation in response to short- and long-term changes of brood size: males clean more in a sex-role-reversed species. *Animal Behaviour*. 104, 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.03.014>
- Green, R.E., Hirons, G.J.M., Kirby, J.S., 1990. The effectiveness of nest defense by black-tailed godwits *Limosa limosa*. *Ardea*. 78, 405–413.
- Greenwald, K. R., 2009. Nest lining and fledging success in the piping plover are related to nest site characteristics. *Waterbirds*. 32(3), 464-467. <https://doi.org/10.1675/063.032.0314>
- Guigueno, M. F., Sealy, S. G., 2012. Nest sanitation in passerine birds: implications for egg rejection in hosts of brood parasites. *Journal of Ornithology*. 153(1), 35-52. <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0731-0>
- Guigueno, M. F., Sealy, S. G., 2017. Implications of nest sanitation in the evolution of egg rejection. *Avian brood parasitism: behaviour, ecology, evolution and coevolution*. 385-399.
- Guillette, L. M., Healy, S. D., 2015. Nest building, the forgotten behaviour. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 6. 90-96.
- Hansell, M.H., 1996. The function of lichen flakes and white spider cocoons on the outer surface of birds' nests. *Journal of Natural History*. 30(2), 303-311. <https://doi.org/10.1080/00222939600771181>
- Hansell, M.H., 2000. *Bird nests and construction behaviour*. Cambridge University Press. Cambridge, 294 s.
- Hansell, M. H., Ruxton, G. D., 2002. An experimental study of the availability of feathers for avian nest building. *Journal of Avian Biology*. 33(3), 319-321. <https://doi.org/10.1034/j.1600-048X.2002.330316.x>
- Hansell, M. H., 2007. *Built by animals: the natural history of animal architecture*. Oxford University Press. Oxford, 280 s.

- Hartwig, E., Clemens T., Heckroth M., 2007: Plastic debris as nesting material in a kittiwake- (*Rissa tridactyla*)-colony at the Jammerbugt, Northwest Denmark. *Marine Pollution Bulletin*. 54 (5), 595-597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.01.027>
- Hilton, G. M., Hansell, M. H., Ruxton, G. D., Reid, J. M., Monaghan, P., Brittingham, M., 2004. Using artificial nests to test importance of nesting material and nest shelter for incubation energetics. *The Auk*. 121(3), 777-787. <https://doi.org/10.1093/auk/121.3.777>
- Hinsley, S. A., Ferns, P. N., 1994. Time and energy budgets of breeding males and females in sandgrouse *Pterocles* species. *Ibis*. 136(3), 261-270. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1994.tb01094.x>
- Järvinen, P., Brommer, J. E., 2020. Lining the nest with more feathers increases offspring recruitment probability: Selection on an extended phenotype in the blue tit. *Ecology and Evolution*. 10(23), 13327-13333. <https://doi.org/10.1002/ece3.6931>
- Jessel, H. R., Chen, S., Osovski, S., Efroni, S., Rittel, D., Bachelet, I., 2019. Design principles of biologically fabricated avian nests. *Scientific Reports*. 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41245-7>
- Jung, Y., Jung S., Lee S., Kim, W., Kim, H., 2021: Avian mud nest architecture by self-secreted saliva. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 118 (3). <https://doi.org/10.1073/pnas.2018509118>
- Kear, J., 1970. Studies on the development of young tufted duck. *Wildfowl*. 21(21), 123-132.
- Kern, M. D., Van Riper, C., 1984. Altitudinal variations in nests of the Hawaiian honeycreeper *Hemignathus virens virens*. *The Condor*. 86(4), 443-454. <https://doi.org/10.2307/1366825>
- Khalil, S., Hussain, T., Anwar, M., Rafay, M., Abdullah, M., Khalid, M., Tariq, M., Sarwar, S., Tabish, R., Ashraf, I., 2019. Breeding biology of red wattled lapwing (*Vanellus indicus*) from southern Punjab, Pakistan. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 11(2), 78-84. <https://doi.org/10.5897/IJBC2018.1197>

- Kis, J., Liker, A., Székely, T., 2000. Nest defence by lapwings: Observation on natural behaviour and an experiment. *Ardea*. 88, 155–164.
- Kloskowski, J., Grela, P., Gaška, M., 2012. The role of male nest building in post-mating sexual selection in the monogamous red-necked grebe. *Behaviour*. 149(1), 81-98. <https://doi.org/10.1163/156853912x627997>
- Kubelka, V., Šálek, M., Tomkovich, P., Végvári, Z., Freckleton, R. P., Székely, T., 2018. Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science*. 362(6415), 680-683. <https://doi.org/10.1126/science.aat8695>
- Kubelka, V., Sládeček, M., Šálek, M. 2019. Great variability in nest lining size: support for thermoregulation but not for anti-predatory adaptation hypothesis. *Journal of ornithology* 160, 993-1002.
- Kull jr., R. C., 1977. Color selection of nesting material by killdeer. *The Auk*. 94(3), 602–604.
- Leader, N., Yom-tov, Y., 1998. The possible function of stone ramparts at the nest entrance of the blackstart. *Animal Behaviour*. 56(1), 207-217. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0766>
- Levenson, H., 1979. Time and activity budget of ospreys nesting in northern California. *The Condor*. 81(4), 364-369. <https://doi.org/10.2307/1366960>
- Liker, A., Székely, T., 1999. Parental behaviour in the lapwing *Vanellus vanellus*. *Ibis*. 141(4), 608-614. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1999.tb07368.x>
- Lombardo, M. P., 1995. Effect of feathers as nest insulation on incubation behavior and reproductive performance of tree swallows (*Tachycineta bicolor*). *The Auk*. 112(4), 973-981. <https://doi.org/10.2307/4089028>
- Maciorowski, G., Jankowiak, L., Sparks, T., H., Polakowski, M., Tryjanowski, P., 2021. Biodiversity hotspots at a small scale: the importance of eagles' nests to many other animals. *Ecology*. 102(1). <https://doi.org/10.1002/ecy.3220>
- Maclean, G. L., 1974. Egg-covering in the *Charadrii*. *Ostrich*. 45(3), 167-174. <https://doi.org/10.1080/00306525.1974.9634053>



- Mainwaring, M. C., Hartley I. R., Lambrechts M. M., Deeming D. C., 2014. The design and function of birds' nests. *Ecology and Evolution*. 4(20), 3909-3928. <https://doi.org/10.1002/ece3.1054>
- Mainwaring, M. C., Barber I., Deeming D. C., Pike D. A., Roznik E. A., Hartley I. R., 2017. Climate change and nesting behaviour in vertebrates: a review of the ecological threats and potential for adaptive responses. *Biological Reviews*. 92(4). <https://doi.org/10.1111/brv.12317>
- Mankin, P. C., Warner, R. E., 1992. Vulnerability of Ground Nests to Predation on an Agricultural Habitat Island in East-Central Illinois. *American Midland Naturalist*. 128(2), 281-291. <https://doi.org/10.2307/2426462>
- Marques, P.A.M., 2004. Parental care, male desertion, and reproductive success in the Spanish sparrow, *Passer hispaniolensis*. *Zool Stud*. 43.
- Marques, P.A.M., 2010. Parental care during incubation in Spanish sarrows *Passer hispaniolensis*: sex roles and effect of male mate desertion. *Bird Study*. 51(2), 185-188. <https://doi.org/10.1080/00063650409461351>
- Martin, T. E., Boyce, A. J., Fierro Calderón, K., Mitchell, A. E., Armstad, C. E., Mouton, J. C., Bin Soudi, E. E., Gremillet. D., 2017. Enclosed nests may provide greater thermal than nest predation benefits compared with open nests across latitudes. *Functional Ecology*. 31(6), 1231-1240. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12819>
- Martínez, J. E., Zuberogoitia, Í., Calvo J.F., Álvarez, M., Margaliga A., 2022. Effect of nest composition, experience and nest quality on nest-building behaviour in the Bonelli's eagle. *Scientific Reports*. 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08028-z>
- Maštera J., Zavadil V., Dvořák J., 2015: Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky.- Academia, Praha, 180 s.
- Maxson, S. J., Oring, L. W., 1980. Breeding season time and energy budgets of the polyandrous spotted sandpiper. *Behaviour*. 74(3-4), 200-263. <https://doi.org/10.1163/156853980x00474>

- 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), 893-901. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1266-9>
- McFarlane, R. W., 1975. Notes on the giant coot (*Fulica gigantea*). *The Condor*. 77(3), 324-327. <https://doi.org/10.2307/1366228>
- McGowan, A., Sharp, S. P., Hatchwell, B. J., 2004. The structure and function of nests of long-tailed tits *Aegithalos caudatus*. *Functional Ecology*. 18(4), 578-583. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00883.x>
- Mennerat, A., Perret, P., Lambrechts, M. M., Healy, S., 2009. Local individual preferences for nest materials in a passerine bird. *PLoS ONE*. 4(4), e5104. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005104>
- Mishra, H., Kumar, V., Kumar, A., 2018. Population structure, behavior, and distribution pattern of the river lapwing *Vanellus duvaucelii* (Lesson, 1826). *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 11(3), 422-430. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2018.06.001>
- Mishra, H., Kumar, A., 2022. Diagnosing nest predators and anti-predator response of red wattled lapwing, *Vanellus indicus* (Boddaert, 1783). *Acta Ecologica Sinica*. 42(1), 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2020.11.004>
- Mitoyen, C., Quigley, C., Fusani, L., Bshary, R., 2019. Evolution and function of multimodal courtship displays. *Ethology*. 125(8), 503-515. <https://doi.org/10.1111/eth.12882>
- Mitrus, C., Dręzek, A., 2016. Plasticity in nest composition in relation to nest-site characteristics in the red-breasted flycatcher (*Ficedula parva*). *Avian Biology Research*. 9(2), 71-75. <https://doi.org/10.3184/175815516X14447552865721>
- Møller, A. P., 1984. On the use of feathers in birds' nests: predictions and tests. *Ornis Scandinavica*. 15(1), 38-42. <https://doi.org/10.2307/3676000>
- Møller, A. P., 1987. Egg predation as a selective factor for nest design: an experiment. *Oikos*. 50(1), 91-94. <https://doi.org/10.2307/3565404>

- Møller, A. P., 1990. Nest predation selects for small nest size in the blackbird. *OIKOS*. 57(2), 237-240. <https://doi.org/10.2307/3565945>
- Morandini, V., Dugger, K. M., Lescroël, A., Schmidt, A. E., Ballard, G., 2021. Maintenance of nest quality in Adélie penguins *Pygoscelis adeliae*: an additional benefit to life in the center. *Polar Biology*. 44(8), 1553-1562. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02894-5>
- Moreno, J., Soler, M., Møller, A. P., Linden, M., 1994. The function of stone carrying in the black wheatear, *Oenanthe leucura*. *Animal Behaviour*. 47(6), 1297-1309. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1178>
- Moreno, J., Bustamante, J., Viñuela, J., 1995. Nest maintenance and stone theft in the chinstrap penguin (*Pygoscelis antarctica*). *Polar Biology*. 15, 533-540. <https://doi.org/10.1007/BF00239644>
- Moreno, J., Martínez, J., Corral, C., Lobato, E., Merino, S., Morales, J., Martínez-de la Puente, J., Tomás, G., 2008. Nest construction rate and stress in female pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Acta Ornithologica*. 43(1), 57-64. <https://doi.org/10.3161/000164508X345338>
- Moreno, J., 2012. Avian nests and nest-building as signals. *Avian Biology Research*. 5(4), 238-251. <https://doi.org/10.3184/175815512X13534385822786>
- Moyer, B.R., Clayton, D.H., 2004. Avian defences against ectoparasites. In: van Emden, H.F., Rothschild, M. (eds): *Insect and Bird Interactions*. Intercept, Andover. 241-257.
- Muth, F., Healy, S. D., 2011. The role of adult experience in nest building in the zebra finch, *Taeniopygia guttata*. *Animal Behaviour*. 82(2), 185-189.
- Naher, H., Sarker, N. J., 2016. Nest and nest characteristics of common kingfisher (*Alcedo atthis*) and white-throated kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Zoology*. 44(1), 99-109. <https://doi.org/10.3329/bjz.v44i1.30180>
- Narwade, S., Fartade, M., Fartade, K., 2011. Nesting ecology of red-wattled lapwing in agricultural landscape. *Life Science Bulletin*. 8(1), 97-100.

- Navarrete-Fernández, T., Flandaeta M. F., Bustos C. A., Pérez-Matus A., 2014. Nest building and description of parental care behavior in a temperate reef fish, *Chromis crusma* (Pisces: Pomacentridae). *Revista Chilena de Historia Natural*. 87(1). <https://doi.org/10.1186/s40693-014-0030-2>
- Nickell, W. P., 1943. Observations on the nesting of the killdeer. *The Wilson Bulletin*. 55(1), 23-28.
- Papoulis, D., Tzortzakaki, O., Avramidis, P., Mentis, P., Lampropoulou, P., Iliopoulos, G., 2018. Mineralogical and textural characteristics of nest building geomaterials used by three sympatric mud-nesting hirundine species. *Scientific Reports*. 8(1), 11050. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29307-8>
- Petit, K. E., Petit, L. J., Petit, D. R., 1989. Fecal sac removal: do the pattern and distance of dispersal affect the chance of nest predation? *The Condor*. 91(2), 479-482. <https://doi.org/10.2307/1368331>
- R Core Team [online]. 2023. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [cit. 2024-02-13]. Dostupné na: <https://www.R-project.org/>
- Reid, J. M., Cresswell, W., Holt, S., Mellanby, R. J., Whitfield, D. P., Ruxton, G. D., 2002. Nest scrape design and clutch heat loss in pectoral sandpipers (*Calidris melanotos*). *Functional Ecology*. 16(3), 305-312. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00632.x>
- Rickenbach, O., Gruebler, M. U., Schaub, M., Koller, A., Naef-Daenzer, B., Schifferli, L., 2011. Exclusion of ground predators improves northern lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis*. 153(3), 531-542. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01136.x>
- Ripley, S. D., 1957. Notes on the horned coot, *Fulica cornuta* Bonaparte. *Postilla* 30: 1-8.
- Saxena, V. L., Saxena, A. K., 2013. The study of nidification behavior in red-wattled lapwing, *Vanellus indicus*. *Asian Journal of Experimental Sciences*. 27(2), 17-21.

- Sethi, V. K., Bhatt, D., Kumar, A., Naithani, A. B., 2011. The hatching success of ground- and roof-nesting red-wattled Lapwing *Vanellus indicus* in Haridwar, India. Forktail. 27, 7–10.
- Sick, H., 1993. Birds in Brazil: A Natural History. Princeton University Press, Princeton, 703 s.
- Singh, A., Joshi, R., Puri, K., 2019. Unusual nesting site of red-wattled lapwing (*Vanellus indicus*) in Dehradun, Uttarakhand, India. e-planet. 17 (2), 157-159.
- Skowron, C., Kern, M., 1980. The insulation in nests of selected North American songbirds. The Auk. 97(4), 816-824. <https://doi.org/10.1093/auk/97.4.816>
- Sládeček, M., Vozabulová, E., Brynychová K., Šálek, M., 2019. Parental incubation exchange in a territorial bird species involves sex-specific signalling. Frontiers in Zoology. 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12983-019-0306-0>
- Slagsvold, T., 1989. Experiments on clutch size and nest size in passerine birds. Oecologia. 80(3), 297-302. <https://doi.org/10.1007/BF00379030>
- Smith, J. A., Harrison, T. J. E., Martin, G. R., Reynolds, J. S., 2013. Feathering the nest: food supplementation influences nest construction by blue (*Cyanistes Caeruleus*) and great tits (*Parus major*). Avian Biology Research. 6(1), 18-25. <https://doi.org/10.3184/175815512X13530764553094>
- Smith, P. A., Edwards, D. B., Lebarbenchon, C., 2018. Deceptive nest defence in ground-nesting birds and the risk of intermediate strategies. PLOS ONE. 13(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205236>
- Söderström, B., Pärt, T., Rydén, J., 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk on ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and a review. Oecologia. 117(1-2), 108-118. <https://doi.org/10.1007/s004420050638>
- Solís, J. C., de Lope, F., 1995. Nest and egg crypsis in the ground-nesting stone curlew *Burhinus oedicephalus*. Journal of Avian Biology. 26(2), 135–138. <https://doi.org/10.2307/3677062>

- Spencer, K. A., 2005. The effects of body state on nest sanitation and provisioning effort in breeding barn swallows (*Hirundo rustica*). Canadian Journal of Zoology. 83(10), 1360-1364. <https://doi.org/10.1139/z05-122>
- Storer, N. P., Hansell, M. H., 1992. Specialization in the choice and use of spider silk in the nest of the chaffinch (*Fringilla coelebs*)(Aves, *Fringillidae*). Journal of natural history. 26(6), 1421-1430.
- Stout, W. E., & Rapp, J. M., 1993. Ducks (*Aix sponsa*) typically. The Passenger Pigeon. 55(4), 365-367.
- Stratton, J. B., Dearborn, D. C., 2021. Nest sanitation behavior does not increase the likelihood of parasitic egg rejection in herring gulls. Current Zoology. 67(6), 675-682.
- Studer, A., Crozariol, M. A., 2022. New breeding information on Brazilian birds. 1: *Rheidae, Tinamidae, Anhimidae, Anatidae, Cracidae and Podicipedidae*. Bulletin of the British Ornithologists' Club. 142(4), 410-465.
- Sundar, K. G., Choudhury, B. C., 2003. Nest sanitation in sarus cranes *Grus antigone* in Uttar Pradesh, India. Forktail. 144-145.
- Tenaza, R., 1971. Behavior and nesting success relative to nest location in Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*). The Condor. 73(1), 81-92. <https://doi.org/10.2307/1366127>
- Tickell, W. L. N., 1968. The biology of the great albatrosses, *Diomedea exulans* and *Diomedea epomophora*. Antarctic bird studies. 12, 1-56.
- Tým behaviorální ekologie FŽP [online], 2024. Tým behaviorální ekologie FŽP [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: [www.fzp.czu.cz/cs](http://www.fzp.czu.cz/cs)
- Vergara, P., Gordo, O., Aguirre J. I., 2010. Nest size, nest building behaviour and breeding success in a species with nest reuse: the white stork *Ciconia ciconia*. Annales Zoologici Fennici. 47(3), 184-194.
- Veselovský, Z., 2001. Obecná ornitologie. Academia. Praha, 408 s.
- Veselovský, Z., 2005. Etologie: biologie chování zvířat. Academia. Praha, 407 s.

Walsberg, G.E., King, J. R., 1978. The energetic consequences of incubation for two passerine species. *The Auk*. 95(4), 644-655.

Wellnhofer, P., 1990. *Archaeopteryx*. *Scientific American*. 262(5), 70-77.

Wesołowski, T., Czeszczewik, D., Rowiński, P., Walankiewicz, W., 2002. Nest soaking in natural holes—a serious cause of breeding failure. *Ornis Fennica*. 79, 132-138.

Williams, J. B., 1996. Energetics of avian incubation. In: Carey, C. (ed.): *Avian energetics and nutritional ecology*. Springer US, Boston: 375-415.

Wilson, R. T., Wilson, M. P., 2010. Nest building by the hamerkop *Scopus umbretta*. *Ostrich*. 57(4), 224-232. doi:10.1080/00306525.1986.9633660.

Windsor, R. L., Fegely, J. L., Ardia, D. R., 2013. The effects of nest size and insulation on thermal properties of tree swallow nests. *Journal of Avian Biology*. 44(4), 305-310. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2013.05768.x>

Zwdárek, P., 1999. Report on nesting of the green sandpiper *Tringa ochropus* in central Europe. *Wader Study Group Bulletin*. 89, 45–49.

## 9 Přehled použité grafiky

### 9.1 Grafy

Graf č. 1 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Graf č. 2 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy v průběhu 24 hodin (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Graf č. 3 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku v průběhu 24 hodin s modelovým odhadem náhodného efektu (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Graf č. 4 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Graf č. 5a, 5b, 5c Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin. (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

### 9.2 Tabulky

Tabulka č.1 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č.2 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi jednotlivými hnízdy v průběhu 24 hodin (14 hnízd, 564 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č.3 Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi na jednotlivých hnízdech (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č.4a, 4b, 4c Porovnání míry úsilí v péči o hnízdní výstelku mezi samci a samicemi v průběhu 24 hodin (8 hnízd, 346 hodin záznamu). Zdroj: Vlastní zpracování

### 9.3 Obrázky

Obrázek č.1 Hnízdo s žádnou nebo malou výstelkou. Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024

Obrázek č.2 Hnízdo se střední výstelkou. Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024

Obrázek č.3 Hnízdo s velkou výstelkou. Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024



## 10 Přílohy

### 10.1 Fotografie studovaných hnízd



Obrázek č.1 Hnízdo s žádnou nebo malou výstelkou.  
Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024



Obrázek č.2 Hnízdo se střední výstelkou.  
Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024



Obrázek č.3 Hnízdo s velkou výstelkou.  
Zdroj: Tým behaviorální ekologie FŽP, 2024.