

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



**Inkubační chování kosa černého v lesním a urbánním
prostředí**

Diplomová práce

Bc. Michaela Fojtlová

Zoologie

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Olomouc 2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma inkubační chování kosa černého v lesním a urbánním prostředí vypracovala samostatně pod vedením Doc. Mgr. Karla Weidingera, Dr. za použití v práci uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne 31. 07. 2020

Podpis:.....

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu diplomové práce Doc. Mgr. Karlu Weidingerovi, Dr. za odborné vedení mé práce, jeho rady a čas, který mi věnoval při konzultacích.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Michaela Fojtlová

Název práce: Inkubační chování kosa černého v lesním a urbánním prostředí

Typ práce: diplomová práce

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Rok obhajoby: 2020

Abstrakt:

Kos černý byl původně plachým obyvatelem lesů, který však od počátku 19. století začal kolonizovat urbánní prostředí, kde se stal jedním z nejběžnějších druhů ptáků. Lesní a urbánní prostředí se liší v mnoha parametrech, což může mít vliv na ekologické a behaviorální charakteristiky urbánních populací, včetně inkubačního chování. Inkubace kosa černého je typicky uniparentální v délce 12 dnů. Vyšší úroveň rušení v urbánním prostředí predikuje zkrácení inkubačních směn (rychlejší inkubační rytmus), zatímco světelné znečištění predikuje prodloužení denní aktivity. Překvapivě dosud nejsou k dispozici detailní analýzy inkubačního chování založené na celodenních snímcích reprezentativního souboru hnízd. Cílem této práce je porovnání různých parametrů inkubačního chování (délka a počet směn, délka absencí samice, attentiveness, délka denní aktivity, inkubační krmení) kosa černého v lesním prostředí (čtyři lokality reprezentující různé typy lesa) a urbánním (město Olomouc) prostředí. Vyhodnoceny byly 24h video záznamy celkem 139 hnízd. Výsledky ukazují významné prodloužení denní aktivity, rychlejší inkubační rytmus v důsledku kratších inkubačních směn a absencí samice a podobnou celkovou attentiveness v urbánním prostředí.

Klíčová slova: inkubační směna, denní aktivita, attentiveness, inkubační krmení

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Michaela Fojtlová

Title: Incubation behaviour of the European Blackbird in forest and urban habitats

Type of thesis: master thesis

Supervisor: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

The year of presentation: 2020

Abstract:

European Blackbird was originally a shy inhabitant of forests. However in the early 19th century this species began to colonize urban habitats, where it became one of the most common species of birds. Forest and urban habitats differ in many parameters, which may affect the ecological and behavioral characteristics of urban populations, including incubation behavior. The European Blackbird is species with uniparental incubation lasting for 12 days. A higher level of interference in an urban habit predicts a shortening of incubation shifts (faster incubation rhythm), while light pollution predicts a prolongation of daily activity. Surprisingly, detailed analyzes of incubation behavior based on all-day footage of a representative set of nests are not yet available. The aim of this work is to compare different parameters of incubation behavior (length and number of shifts, length of absences of a female bird, attentiveness, length of daily activity, incubation feeding) of European Blackbird in forest habitats (four localities representing different forest types) and urban (Olomouc city) habitat. I evaluated 24h video files of a total of 139 nests. The results show a significant prolongation of daily activity, faster incubation rhythm due to shorter incubation shifts and absences of a female bird, and similar overall attentiveness in the urban environment.

Keywords: incubation shift, daily activity, attentiveness, incubation feeding

Obsah

1 Úvod	7
1.1 Inkubační chování	7
1.2 Urbanizace a její vliv na chování pěvců	8
1.3 Modelový druh	9
1.4 Adaptace kosa černého na urbánní prostředí	11
2 Cíle práce.....	12
3 Metodika	13
4 Výsledky	15
4.1 Inkubační chování	15
4.2 Denní aktivita.....	16
4.3 Inkubační krmení	17
4.4 Návštěvy jiných druhů u hnízd	17
5 Diskuze	28
5.1 Inkubační chování.....	28
5.2 Denní aktivita.....	29
5.3 Inkubační krmení	30
5.4 Návštěvy jiných druhů u hnízd	30
6 Závěr.....	31
7 Literatura.....	32
1 Přílohy	39

1 Úvod

1.1 Inkubační chování

Rodičovská péče je široce rozšířená strategie v rámci živočišné říše. Tato strategie u ptáků zahrnuje inkubaci vajec, krmení mláďat po vylíhnutí a péči po jejich vyvedení. Existují tři kategorie inkubačního chování: 1. vejce inkubuje pouze samice nebo samec (uniparentální péče), 2. vejce inkubuje samice i samec (biparentální péče), 3. vejce inkubuje samice a samec se podílí na rodičovské péči krmením samice při inkubaci (Matysioková & Remeš 2010, 2013, Matysioková et al. 2011). V rámci pěvců je nejvíce zastoupena uniparentální péče s více než 60 % (Boulton & Cassey 2012).

Počátek inkubace je druhově specifický. Samice začíná vejce inkubovat buď po snesení již prvního vejce, či až po snesení celé snůšky (Badyaev et al. 2003). Jestliže samice inkubuje vejce již před snesením celé snůšky, budou se mláďata líhnout asynchronně. Při zahájení inkubace až po skončení kladení vajec se mláďata budou líhnout synchronně. V případě větších snůšek je výhodnější asynchronní líhnutí (Magrath 1992). Okamžik, kdy samice zahájí inkubaci, závisí na mnoha faktorech např. dostupnosti potravy, riziku predace a teplotě prostředí (Badyaev et al. 2003).

V rámci inkubační periody je hlavním úkolem rodičů udržet optimální teplotu vajec. Před hnízděním dochází u samice ke vzniku hnízdni nažiny, která umožňuje přímý kontakt těla s vejci a tedy efektivnější přenos tepla (Drent 1970). Optimální teplota pro vývoj embryí je mezi 36 a 40,5 °C. Jakmile teplota klesne pod 26 °C, dochází ke zpomalení vývoje embrya, zatímco k nevratnému poškození dochází při vyšších teplotách než 40,5 °C (Lundy 1969). Tato spodní hraniční teplota se nazývá fyziologicky nulová hodnota a může se pohybovat již v rozmezí 25–27 °C. Z hlediska co nejdéle udržet teplotu v době nepřítomnosti samice jsou výhodné větší snůšky, které chladnou pomaleji. Teplota vajec kolísá v průběhu dne, zatímco v noci je konstantní (Haftorn 1988).

Teplota vajec také závisí na procentu času stráveného inkubací vajec v rámci denní aktivity („attentiveness“). Attentiveness závisí hned na několika faktorech. Negativně koreluje s teplotou prostředí a pozitivně koreluje s velikostí snůšky (Zerba & Morton 1983, Matysioková et al. 2011, Matysioková & Remeš 2010, 2014). Roste

i s velikostí těla a zároveň vyšší attentiveness urychluje embryonální vývoj a tedy umožňuje kratší inkubační periodu (Martin et al. 2007). U pouze inkubujících samic pěvců v mírném podnebném pásu attentiveness obvykle dosahuje 60–80 % z doby denní aktivity. Avšak u tropických druhů je umožněna nižší attentiveness z důvodu vyšších teplot prostředí. Nižší attentiveness způsobuje prodloužení inkubační periody kvůli zpomalenému embryonálnímu vývoji (Tieleman et al. 2004, Chalfoun & Martin 2007).

Samice inkubuje vejce celou noc a hnízdo opouští pouze v případě nebezpečí. V průběhu dne pro doplnění energie odlétá a hledá si potravu. Čím je inkubační směna (on-bout) delší, tím rostou energetické nároky, které jsou vyrovnávány delší absencí samice (off-bout) nebo rychlejším inkubačním rytmem (Chalfoun & Martin 2007). Vliv na délku inkubační směny a absenci samice má také riziko predace. Čím vyšší riziko predace hrozí, tím samice omezuje aktivitu na hnízdě a prodlužuje inkubační směnu i svou absenci. Délka absence je také ovlivněna dostupností potravy. Čím nižší je dostupnost potravy, tím déle ji samice musí hledat (Rohwer & Purcell 2019). Z tohoto hlediska je výhodné klást větší vejce či větší snůšky, u kterých pomaleji klesá teplota (Chalfoun & Martin 2007). Nevýhodou rychlého inkubačního rytmu je zvýšené riziko prozrazení hnízda a následné predace stejně tak jako při inkubačním krmení (Matysioková et al. 2011, Matysioková & Remeš 2018). Inkubační krmení může být nevýhodné z pohledu zvýšeného rizika predace, ale naopak velmi výhodné pro samici z energetického hlediska. S inkubačním krmením může docházet také k růstu attentiveness (Tieleman et al. 2004).

Míra kooperace rodičů v rámci rodičovské péče je vyšší při málo intenzivní sexuální selekci a při málo vychýleném poměru pohlaví (Remeš et al. 2015). Kooperace v rámci inkubačního krmení ze strany samce obvykle roste s klesající teplotou prostředí (Matysioková & Remeš 2010). Na vyšší intenzitě inkubačního krmení by se měli podílet samci monogamních druhů, jelikož mají vyšší jistotu paternity (Faivre et al. 2001, Matysioková & Remeš 2013).

1.2 Urbanizace a její vliv na chování pěvců

Vznik měst byl v rámci Evropy pozorován již od roku 700 před naším letopočtem. K urbanizaci dnešních měst tak, jak je známe, docházelo od 19. století a od té doby roste

exponenciálně (Antrop 2004). V rámci této doby docházelo i ke kolonizaci měst ze strany fauny často studované na ptácích. S kolonizací urbánního prostředí živočichové vykazují adaptace k životu ve městě, které mají u ptáků vliv i na inkubační chování. V zoologii či ekologii se tento proces adaptace na městské podmínky označuje jako synurbizace (Luniak et al. 1990). Tento termín zahrnuje procesy synantropie a urbanizace. Proces synantropie je spojený s adaptací živočichů na člověkem vytvořené podmínky, zatímco proces urbanizace je spojen se změnou enviromentálních podmínek (Luniak 2004). V rámci druhů jsou adaptace na urbánní podmínky konzistentní, proto si zasloužily označení „urban wildlife syndrome“ (Parker & Nilon 2008).

Lesní a urbánní prostředí se liší v mnoha parametrech, které ovlivňují ekologické i etologické charakteristiky včetně inkubačního chování ptáků. Urbánní prostředí je charakterizováno teplejším a suchým mikroklimatem (Partecke et al. 2005, Slabbekoorn & Ripmeester 2008), které umožňuje dřívější zahájení hnízdní sezóny (Ludvig et al. 1995) a také by mohlo umožnit nižší attentiveness. Dále je urbánní prostředí charakterizováno nižší druhovou diverzitou (Calegari-Marques & Amato 2014) a stále rostoucím množstvím budov (Luniak et al. 1990), které mohou být využívány pro stavbu hnízd. Chemické znečištění ovzduší (Bichet et al. 2013) a nižší tlak ze strany parazitů (Gryczyńska 2018) mohou ovlivnit kondici jedince. Zvukové znečištění (Fuller et al. 2007) ovlivňuje frekvenci a výšku tónu zpěvu (Mendes et al. 2011). Světelné znečištění (Dominoni et al. 2013) umožňuje prodloužení aktivity. Neustálá přítomnost člověka (Sepp 2018) a stále rostoucí počet koček a psů (Luniak et al. 1990) by mohly vést k rychlejšímu inkubačnímu rytmu. Přísun antropogenní potravy (Luniak et al. 1990) předpokládá kratší absence. Nižší míra predace v urbánním prostředí (Brahmia et al. 2013) by mohla zrychlit frekvenci pohybu rodičů na hnízdě a v jeho okolí.

1.3 Modelový druh

Kos černý (*Turdus merula*) je jedním z nejběžnějších druhů ptáků střední Evropy. Původně se jednalo o samotářský druh obývající výhradně lesní prostředí, který od začátku 19. století však kolonizuje i urbánní prostředí. Jedná se o jeden z nejznámějších druhů svým rozšířením populací do měst. Města západní Evropy byla kolonizována již v 19. století, zatímco města východní Evropy byla kolonizována později,

kde se kos černý šíří mnohem pomaleji. Např. v Německu byla pozorována kolonizace měst kosem černým již ve 20. letech 19. stol (Partecke et al. 2004, Wysocki et al. 2004, Partecke et al. 2005, Evans et al. 2009).

Samice kosa černého na konci února hledá vhodné místo pro stavbu hnízda (Mainwaring et al. 2014). Hnízdní sezóna je zahájena již v březnu a trvá do konce června, kdy samice může naklást až tři snůšky vajec (Snow 1958, Desrochers & Magrath 1993). Bezpečná hnízda z pohledu predace mohou být využívána vícekrát v průběhu sezóny (Luniak et al. 1990, Wysocki et al. 2015), avšak existují názory, že hnízda jsou znovu využívána jen zřídka (Mainwaring et al. 2014).

Samice si staví sama otevřené hnízdo nejčastěji na stromech a keřích, ale také na budovách a plotech (Luniak et al. 1990). Hnízdo staví převážně ve výšce 1–3 metry nad zemí. Městské populace mají tendenci stavět hnízda v průměru o metr výše než lesní populace (Luniak 2004). Hnízdo je obvykle postavené z větviček, suché trávy, mechu, stonků, kořínků a zpevněné blátem. S klesající zeměpisnou šířkou klesá vnější průměr hnízda. Domněnkou je, že kosi černí hnízdící ve vyšších zeměpisných šířkách staví tlustší stěnu hnízda jako ochranu před chladem (Mainwaring et al. 2014). S rostoucím průměrem hnízda, množstvím materiálu použitého na hnízdo a výškou hnízda nad zemí roste míra predace z důvodů snadnější nalezitelnosti predátorem (Grégoire et al. 2003). Z důvodů nižší hrozby ze strany predátorů je tedy výhodné stavět menší hnízda ve vyšších výškách (Wysocki et al. 2015).

Samice kosa černého obvykle klade 3–5 vajec v rámci jedné snůšky. V mírném podnebném pásu se velikost snůšky v průběhu sezóny mění. Roste do poloviny sezóny a pak zase postupně klesá (Mainwaring et al. 2014). Největší snůšky v ČR byly zaznamenány z terénních pozorování v květnu, kdy dosahovaly hodnot $4,71 \pm 0,54$ (Weidinger 2001). Snůška je obvykle menší u městských populací (Ibáñez-Álamo & Soler 2010a).

Zda-li je velikost snůšky závislá na dostupnosti potravy, není zcela jasné. Ibáñez-Álamo a Soler (2010a) předpokládají závislost na dostupnosti potravy, zatímco Ludvig et al. (1995) nepředpokládá omezení velikosti snůšky, jelikož nezaznamenal pokles velikosti snůšky v suchém období, kdy je nižší dostupnost potravy. Hlavní složkou potravy kosa černého jsou především žížaly (Snow 1958). Dále se živí drobným hmyzem

a v urbánním prostředí také využívá antropogenní potravy (Snow 1958, Luniak et al. 1990). Vylíhlá mláďata krmí zejména housenkami a krmí je i 20 dní po vyvedení (Snow 1958). Dostupnost potravy je závislá na množství srážek. V suchém období hlavní složka potravy žije skrytým způsobem života a zároveň klesá v průběhu sezóny. (Magrath 1991, Ludvig et al. 1995).

1.4 Adaptace kosa černého na urbánní prostředí

Důsledkem teplejšího mikroklimatu v urbánním prostředí je dřívější zahájení hnízdní sezóny, která je u kosa černého obvykle zahájena o tři týdny dříve než v lesním prostředí (udává se i 1–4 týdny), a kratší délka inkubační směny (Partecke et al. 2004, Partecke & Gwinner 2007). Dřívější zahájení hnízdní sezóny městským populacím umožňuje vyšší produkci potomstva v průběhu jedné sezóny maximálně ve třech snůškách (Ludvig et al. 1995). Vzhledem k delší hnízdní sezóně jsou městští kosi schopni produkovat vyšší množství snůšek v průběhu sezóny s nižším množstvím vajec než v lesním prostředí (Luniak et al. 1990). Městské populace obvykle vyvedou za sezónu 2–3 potomky, zatímco lesní pouze 1–2 (Luniak 2004).

Délka dne, definovaná pomocí intenzity světla, je ve městě o zeměpisné šířce 48°07' a nadmořské výšce 518 m v průměru o 49 min delší než v lesním prostředí téže zeměpisné šířky. Společně s umělým osvětlením umožňuje prodloužení denní aktivity, tedy dřívější začátek aktivity a pozdější konec aktivity (Luniak et al. 1990, Dominoni & Partecke 2015). Světelné znečištění ovlivňuje nejen aktivitu ptáků, ale i inkubační krmení, přičemž byly zaznamenány případy i nočního krmení u kosa černého. Začátek denní aktivity je závislý na typu habitatu. V rámci studie vlivu světelného znečištění byl zjištěn významný rozdíl počátku denní aktivity v závislosti na prostředí. V urbánním prostředí začínala aktivita dříve, zatímco konec aktivity mezi urbánním a lesním prostředím nebyl tak značný (Dominoni et al. 2013, Dominoni & Partecke 2015).

Výzkumy zaměřené na parazity městských populací kosa černého ukazují, že tyto populace jsou méně parazitované makroparazity (helmintry a klíšťaty), ale za to jsou více infikované viry, gastrointestinálními parazity (kokcidie) a krevními viry (Sepp et al. 2018). Počet parazitů na jedince je výrazně vyšší u lesních populací kosa černého. Z tohoto hlediska by se dalo říct, že městské populace jsou ve výhodě. Městské populace jsou

méně parazitovány, ale mají vyšší riziko nákazy infekcí *Borrelia* spp., která je přenášena právě klíšťaty. K infestaci dochází především v blízkosti země, kde si kosi černí nejraději shánějí potravu (Gryczyńska 2018).

Rozdílné podmínky těchto dvou typů prostředí mají také vliv na velikost populace. Městské populace kosů dosahují vyšších hustot než populace lesní. Udává se, že ve městech západní Evropy se vyskytuje 20–50 hnízdících párů na hektar. Vlivem vyšších hustot městských populací narůstá vnitrodruhová agresivita (Luniak et al. 1990).

Nižší tlak ze strany predátorů způsobil nižší bojácnost kosa černého. Ta se projevuje zejména kratší úletovou vzdáleností od potenciálního predátora, zatímco lesní populace kosa černého jsou vlivem vysokého predatorního tlaku plašší a velmi ostražití (Luniak et al. 1990, Møller 2008).

Urbánní environmentální faktory mají i pozitivní vliv zejména na délku života jedinců urbánních populací. Udává se, že tyto jedinci se mohou dožít o 1–1,8 let déle než jedinci lesních populací. Tato dlouhověkost může být způsobena nízkým tlakem ze strany predátorů a zároveň nemusí docházet k energetickým ztrátám vlivem migrace a rizikem s ní spojené (Luniak et al. 1990). Městské populace kosů černých vlivem příznivých podmínek pro život mají nižší tendence k zimní migraci. Výhodou pro tyto jedince je dřívější obsazení kvalitního teritoria, které je obvykle menší než v lesním prostředí (Partecke et al. 2005, Partecke & Gwinner 2007, Saccavino et al. 2018).

Hlučnost urbánního prostředí má silný vliv i na frekvenci zpěvu. Kosi zpívají ve vyšší frekvenci a mezi písněmi mají kratší pauzy než jedinci z lesního prostředí (Mendes et al. 2011).

2 Cíle práce

Cílem této práce je porovnání různých parametrů inkubačního chování (délka a počet směn, délka absencí samice, attentiveness, délka denní aktivity, přítomnost samce a inkubační krmení) kosa černého ve dvou typech prostředí. Lesní prostředí je zastoupeno čtyřmi lokalitami a urbánní prostředí jednou lokalitou. Dalším cílem je vyhodnotit variabilitu inkubačního chování ve vztahu k načasování hnízdění.

3 Metodika

Práce je založena na analýze 24h video záznamů inkubačního chování kosa černého. Video záznamy byly pořízeny školitelem (K. Weidinger) v letech 2012–2019 na pěti lokalitách představujících různé typy lesa a zároveň dva typy prostředí. Data byla sbírána v lesním prostředí ve smrkových monokulturách středních poloh v Krkonoších, ve smíšeném bukovo-smrkovém podhorském lese Hostýnských vrchů, ve fragmentech lužní vegetace v okolí Luže, v lužním lese Království u Grygova a urbánním prostředí města Olomouce (Tabulka 1).

Tabulka 1: Charakteristika lokalit.

Lokalita	Souřadnice lokalit	Rozsah nadmořských výšek hnízd (m)	Počet hnízd
Lesní prostředí			
Krkonoše	50.6929753N, 15.6504736E	1100–1200	3
Hostýnské vrchy	49.3767542N, 17.7685606E	450–700	24
Luže	49.9398117N, 15.9849131E	250–370	8
Grygov	49.5122292N, 17.2962986E	200–210	31
Urbánní prostředí			
Olomouc	49.5923642N, 17.2610867E	200–240	73

Ze získaných dat pomocí kamer jsem pozorováním celodenních snímků kontinuálního záznamu zpracovala inkubační chování celkem 139 hnízd. V průměru jsem strávila tři hodiny pozorováním jednoho snímku (24 hod) ve zrychleném přehrávání. Snímky byly pořízeny ve dnech bez nepříznivého počasí a bez vyrušení přítomností pozorovatele. Inkubační chování jsem pozorovala na hnízdech ve fázi pravidelné inkubace, nejdříve den po dokončení snůšky a před začátkem líhnutí. Analyzované záznamy reprezentují celou hnízdní sezónu od 1. dubna do 31. července (medián=11. květen).

Dvě hnízda se lišila chováním samic v porovnání se zbytkem hnízd. V těchto případech mohlo být inkubační chování zkresleno vlivem rušivého elementu. V prvním případě samice přerušovala inkubaci vajec z důvodu přítomnosti kamery, kdy na ni útočila. U ostatních hnízd jsem nezaznamenala změny chování. Ve druhém případě byla samice rušena jinou samicí téhož druhu. U zbylých hnízd přítomnost kamery ani

návštěvy drobných pěvců nevyvolala změnu chování inkubující samice. Tato dvě hnízda jsem zahrnula do analýzy, jelikož se parametry inkubačního chování nevychylovaly od hodnot ostatních hnízd.

Pro každé hnízdo (snímek) jsem vyhodnotila průměrnou délku inkubační směny (nepřetržitý čas strávený inkubací vajec) a absence samice (čas strávený mimo hnízdo), délku denní aktivity – začátek a konec denní aktivity, počet inkubačních směn na jednu hodinu denní aktivity, attentiveness (procentuálně vyjádřený čas strávený inkubací vajec v rámci denní aktivity), přítomnost samce a inkubační krmení. Ne při každé přítomnosti samce docházelo k inkubačnímu krmení. Za přítomnost samce na hnízdě jsem považovala všechny případy, kdy samec navštívil hnízdo bez ohledu na (ne)přítomnost samice. Za inkubační krmení jsem považovala všechny případy, kdy samec donesl na hnízdo potravu, včetně případů, kdy k nakrmení samice nedošlo. Z důvodu špatné kvality videozáznamu jsem vyloučila jedno hnízdo z lokality Olomouc. Hodnoty času uvádím v desetinném formátu. Pro stanovení východu a západu slunce pro jednotlivé lokality jsem použila internetové stránky www.meteogram.cz. Pro začátek denní aktivity, konec denní aktivity a délku denní aktivity jsem použila reziduální hodnoty, taktéž v desetinném formátu, které jsem použila pro tvorbu grafů. Jako nulovou hodnotu v těchto grafech jsem uvedla čas východu a západu slunce a světlého dne (délka dne od východu po západ slunce).

Průměrné hodnoty inkubačních parametrů na čtyřech lokalitách a ve dvou typech prostředí (tři lesní lokality sloučeny) jsem porovnála pomocí analýzy kovariance (ANCOVA), kde jsem jako kovariátu zadala lineární efekt kalendářního data (pořadí dne v roce). V případě porovnání denní aktivity mezi lokalitami jsem jako kovariátu zadala kvadratický efekt kalendářního data kvůli zohlednění měnící se délky světlého dne. Dále v textu a grafech prezentuji průměry odhadnuté analýzou kovariance pro 120. den v roce. Pro účely uvedených analýz jsem neuvažovala interakci mezi efektem lokality a kalendářního data. Pouze pro účely vizualizace sezónního průběhu denní aktivity jsou v grafech zobrazeny kvadratické funkce spočítané zvlášť pro jednotlivé lokality. Hnízda z lesní lokality v Krkonoších jsem nezahrnula do analýzy z důvodu malého vzorku ($n = 3$), výsledky z této lokality uvádím pouze v souhrnných tabulkách popisných statistik.

4 Výsledky

4.1 Inkubační chování

Mezi lokalitami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v délce inkubačních směn $F(3, 131) = 2,12$, $p = 0,010$ (Obr. 1), zatímco při porovnání lesních lokalit s urbánní lokalitou byl nalezen statisticky významný rozdíl $F(1, 133) = 5,13$, $p = 0,025$. Samice z lesního prostředí v průměru inkubovaly $39,62 \pm 2,16(\text{SE})$ min, samice z urbánního prostředí v průměru inkubovaly $33,28 \pm 2,11$ min. Rozdíl mezi těmito typy prostředí činil $6,34 \pm 2,80$ min (hodnota regresního koeficientu odhadnutá analýzou kovariance pro efekt prostředí). Byl zaznamenán nevýznamný lineární trend mezi délkou inkubační směny a dnem v roce ($0,19 \pm 0,05$).

Při porovnání lokalit nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v délce absencí $F(3, 131) = 2,57$, $p = 0,057$ (Obr. 2). Při porovnání lesních lokalit s urbánní lokalitou byl nalezen statisticky významný rozdíl v délce absence $F(1, 133) = 5,66$, $p = 0,019$. Průměrná délka absence samice v lesním prostředí byla $10,99 \pm 0,53$ min, zatímco v urbánním prostředí byla $9,32 \pm 0,53$ min. Rozdíl mezi těmito typy prostředí činil $1,67 \pm 0,70$ min. Byl zaznamenán nevýznamný lineární trend mezi délkou absence samice a dnem v roce ($0,03 \pm 0,01$).

Mezi jednotlivými lokalitami byl zaznamenán statisticky významný rozdíl v počtu směn na hodinu denní aktivity $F(3, 131) = 4,17$, $p = 0,007$ (Obr. 3). Mezi lesními lokalitami a urbánní lokalitou byl nalezen statisticky významný rozdíl $F(1,133) = 11,43$, $p = 0,001$. Průměrný počet směn na hodinu denní aktivity v lesním prostředí dosahoval $1,31 \pm 0,06$, zatímco v urbánním prostředí byl rychlejší inkubační rytmus s hodnotou $1,55 \pm 0,05$. Rozdíl mezi těmito typy prostředí činil $0,24 \pm 0,07$. Byl zaznamenán nevýznamný lineární trend mezi počtem směn na hodinu denní aktivity a dnem v roce ($-0,01 \pm 0,001$).

Mezi jednotlivými lokalitami se attentiveness významně nelišila $F(3, 130) = 1,07$, $p = 0,364$ (Obr. 4). Ani při porovnání lesních lokalit s urbánní nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl v attentiveness $F(1,133) = 0,03$, $p = 0,85$. Průměrná attentiveness byla velmi podobná jak v lesním prostředí, tak v městském prostředí ($0,77 \pm 0,01$). Rozdíl

mezi těmito typy prostředí činil $0,002 \pm 0,01$. Byl zaznamenán nevýznamný lineární trend mezi hodnotou attentiveness a dnem v roce ($0,0001 \pm 0,0002$).

4.2 Denní aktivita

Byl nalezen signifikantní rozdíl v načasování zahájení denní aktivity mezi lokalitami $F(3, 130) = 10,7$, $p < 0,001$ (Obr. 5). Při porovnání lesních lokalit s urbánní lokalitou byl zaznamenán signifikantní rozdíl v začátku denní aktivity $F(1, 132) = 20,7$, $p < 0,001$, kdy lesní populace v průměru zahajovaly denní aktivitu $13,93 \pm 2,12$ min a urbánní populace $25,9 \pm 2,00$ min před východem slunce. Rozdíl mezi těmito typy prostředí činil $12,01 \pm 2,64$ min. Byl nalezen statisticky významný kvadratický vztah mezi načasováním začátku aktivity a dnem v roce (lineární efekt: $1,76 \pm 0,48$; kvadratický efekt: $-0,006 \pm 0,002$). Kosi začínali aktivitu relativně dříve na začátku a konci sezóny (Obr. 6).

Při porovnání lokalit byl nalezen signifikantní rozdíl v načasování konce denní aktivity $F(3, 130) = 10,8$, $p < 0,001$ (Obr. 7). Při porovnání lesních lokalit s urbánní byl zaznamenán signifikantní rozdíl v ukončení denní aktivity $F(1,132) = 26,9$, $p < 0,001$, kdy lesní populace v průměru ukončily denní aktivitu $16,67 \pm 3,70$ min před západem slunce a urbánní populace $7,17 \pm 3,49$ min po západu slunce. Rozdíl mezi těmito typy prostředí činil $23,85 \pm 4,60$ min. Byl nalezen statisticky významný kvadratický vztah mezi načasováním konce aktivity a dnem v roce (lineární efekt: $-2,88 \pm 0,84$; kvadratický efekt: $0,009 \pm 0,003$). Kosi končili aktivitu relativně později na začátku a konci sezóny (Obr. 8)

Při porovnání lokalit se délka denní aktivity signifikantně lišila $F(3, 130) = 17,4$, $p < 0,001$ (Obr. 9). Mezi lesním a urbánním prostředím se délka denní aktivity signifikantně lišila $F(1,132) = 40,9$, $p < 0,001$. Samice z lesního prostředí téměř kopírovaly délku světlého dne (reziduál $-2,74 \pm 4,50$ min), zatímco samice z urbánního prostředí výrazně prodlužovaly denní aktivitu přes délku světlého dne (reziduál $33,11 \pm 4,25$ min). Rozdíl v délce aktivity mezi těmito typy prostředí činil $35,85 \pm 5,60$ min. Byl nalezen statisticky významný kvadratický vztah mezi délkou denní aktivity a dnem v roce (lineární efekt: $-4,65 \pm 1,03$; kvadratický efekt: $0,015 \pm 0,004$). Délka aktivity přesahovala délku světlého dne na začátku a konci sezóny (Obr. 10)

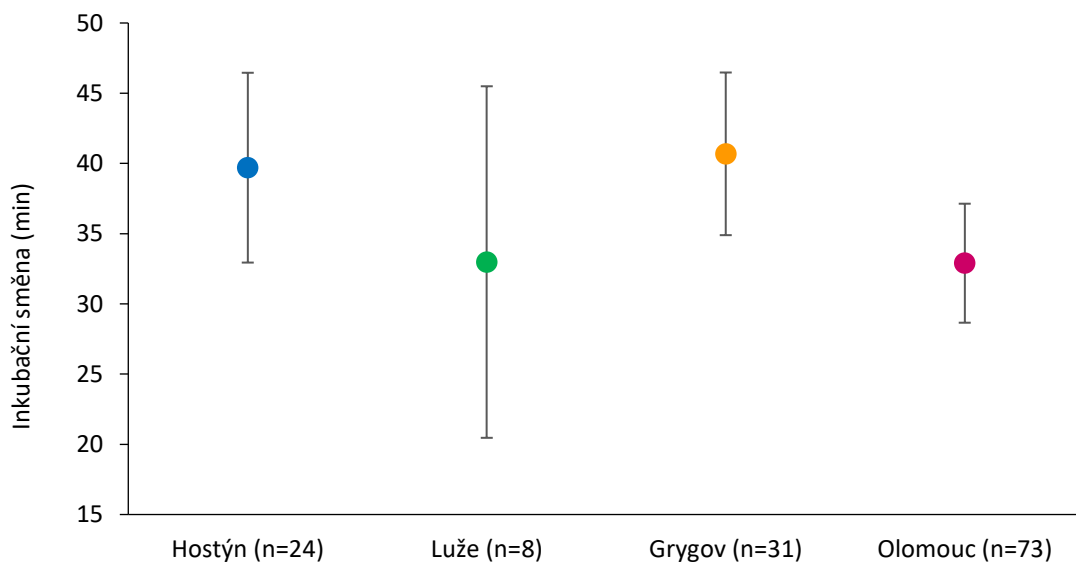
4.3 Inkubační krmení

Podíl hnízd s návštěvou samce na hnízdě se statisticky výrazně nelišil mezi lesním a urbánním prostředím (Fisherův exaktní test, $p = 0,380$, Obr. 11). Podíl hnízd s výskytem inkubačního krmení se nelišil statisticky významně mezi lesním a urbánním prostředím (Fisherův exaktní test, $p = 0,551$, Obr. 11). Rozdíly v četnosti obou typů chování mezi lesními lokalitami byly relativně malé vzhledem k množství dat (Obr. 12).

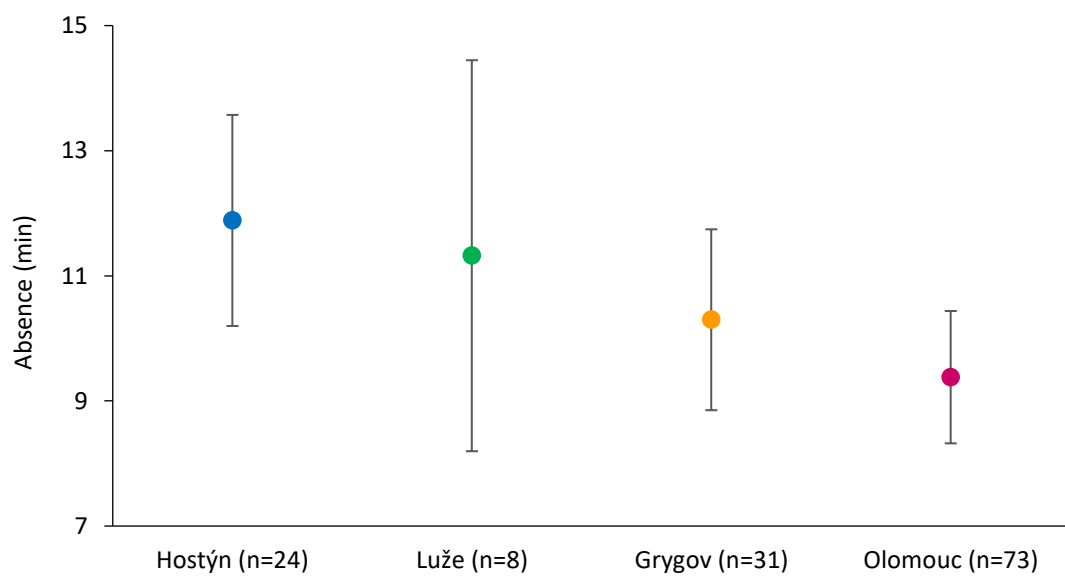
Frekvence inkubačního krmení na hodinu denní aktivity byly velmi nízké na všech lokalitách (Tabulka 2) a neumožňují spolehlivě posoudit významnost rozdílů mezi lokalitami a typy prostředí. Hodnoty jsou podobné v lesním i urbánním prostředí. Mezi frekvencí inkubačního krmení a attentiveness jsem zaznamenala pozitivní korelaci (Spearman $r = 0,33$, $p < 0,001$), kdy s rostoucí frekvencí inkubačního krmení docházelo k navýšení attentiveness (Obr. 13)

4.4 Návštěvy jiných druhů u hnízd

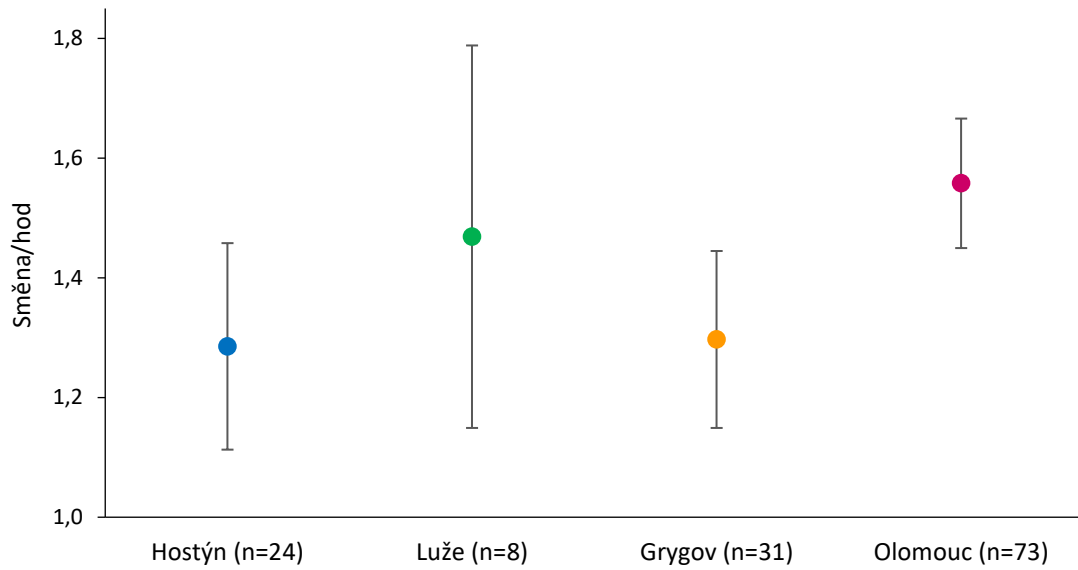
V průběhu pozorování nahrávek jsem zaznamenala návštěvy různých druhů ptáků i savců (Tabulka 5). Ptáci navštívili hnízda vždy v průběhu dne, zatímco savci převážně v noci. Ze savců pouze veverka obecná (*Sciurus vulgaris*) navštívila hnízdo přes den. Z potenciální ptačích predátorů jsem zaznamenala káně obecné (*Buteo buteo*) a krahujce obecného (*Accipiter nisus*). Ze savčích potenciálních predátorů jsem zaznamenala kunu skalní (*Martes foina*), veverku obecnou (*Sciurus vulgaris*), norníka rudého (*Myodes glareolus*) a myšici lesní (*Apodemus flavicollis*). V žádném z těchto případů jsem nezaznamenala predaci vajec či zranění inkubující samice. Ve většině případů byla samice vyplašena z hnízda.



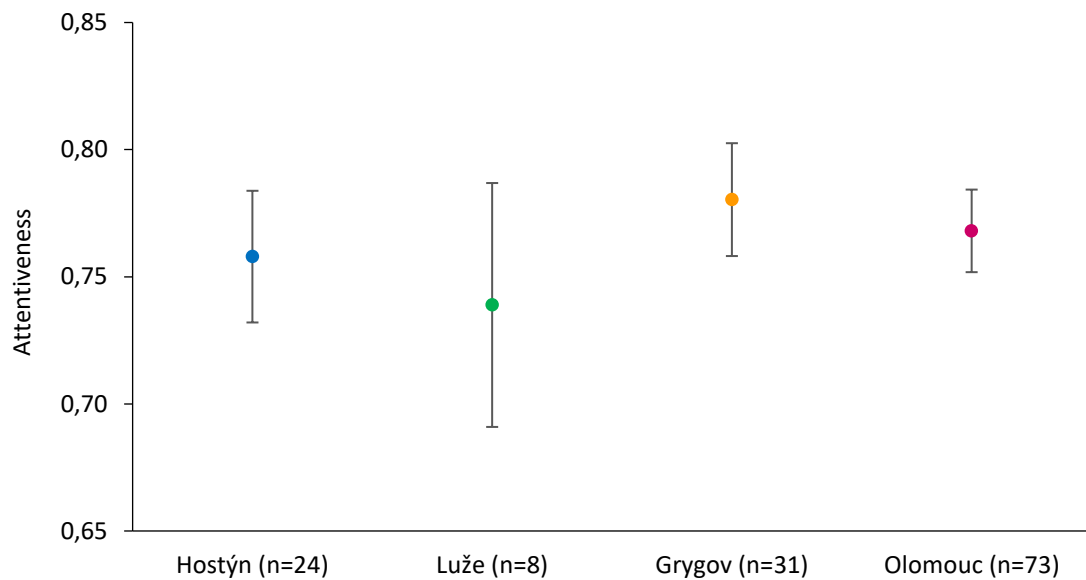
Obr. 1: Průměrná délka inkubační směny kosa černého v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o lineární efekt kalendářního data (den = 120).



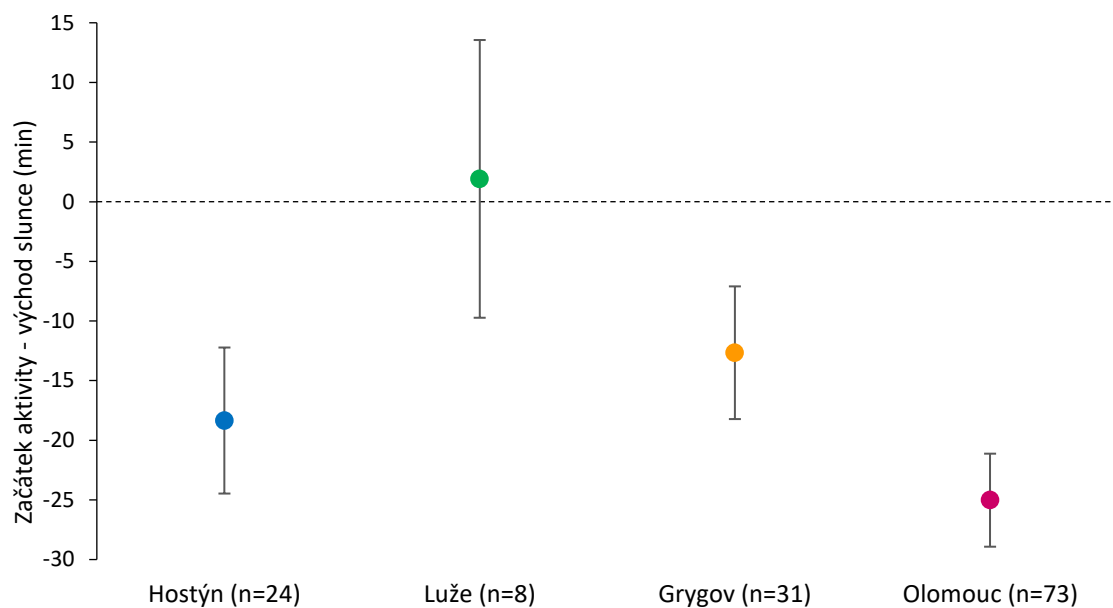
Obr. 2: Průměrná délka absence kosa samice černého v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o lineární efekt kalendářního data (den = 120).



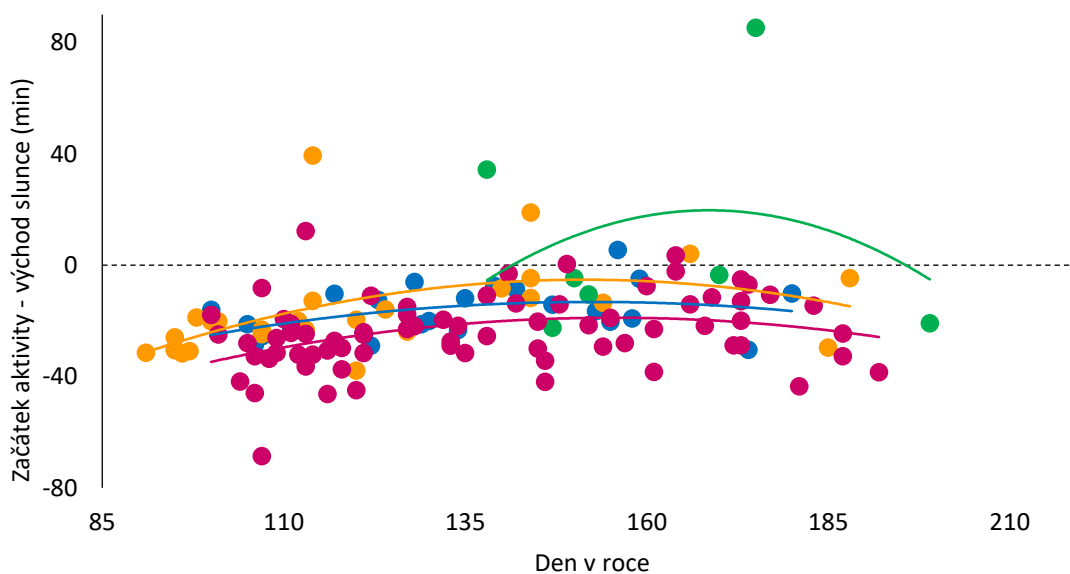
Obr. 3: Průměrný počet inkubačních směn na hodinu denní aktivity kosa černého v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o lineární efekt kalendářního data (den = 120).



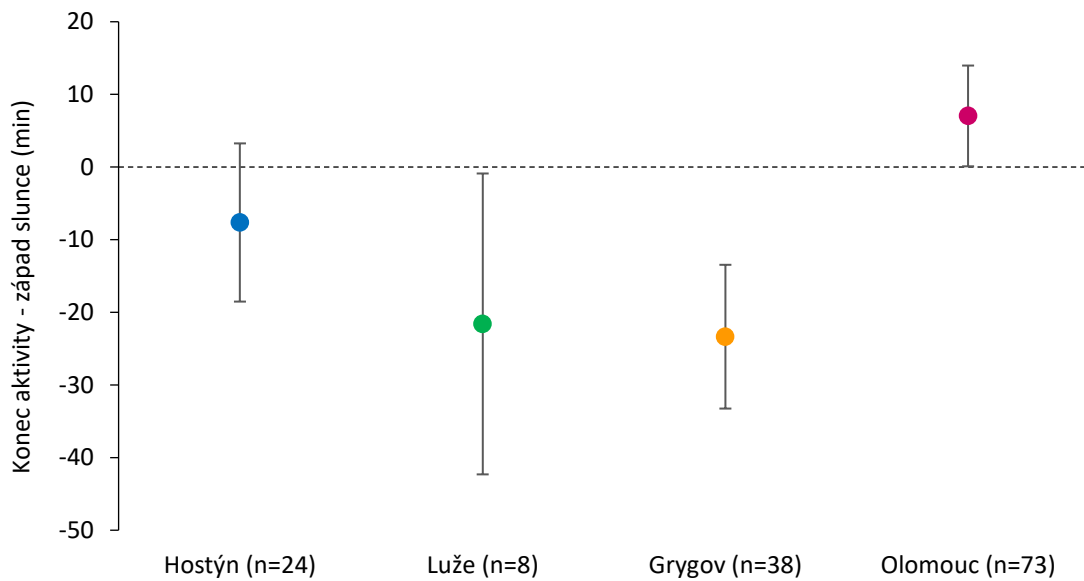
Obr. 4: Průměrná attentiveness kosa černého v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o lineární efekt kalendářního data (den = 120).



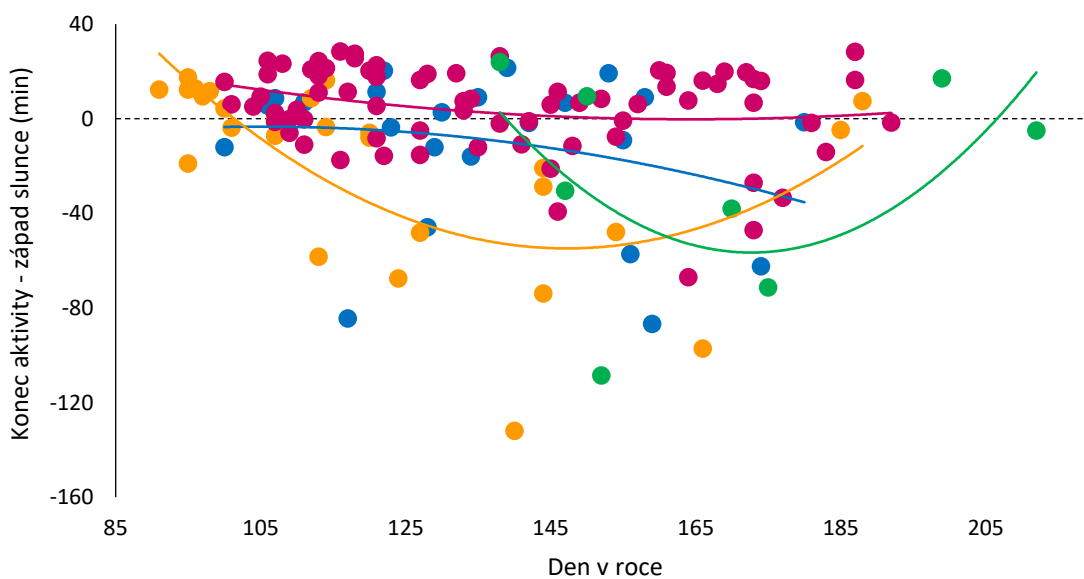
Obr. 5: Začátek denní aktivity kosa černého vůči východu slunce v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o kvadratický efekt kalendářního data (den = 120).



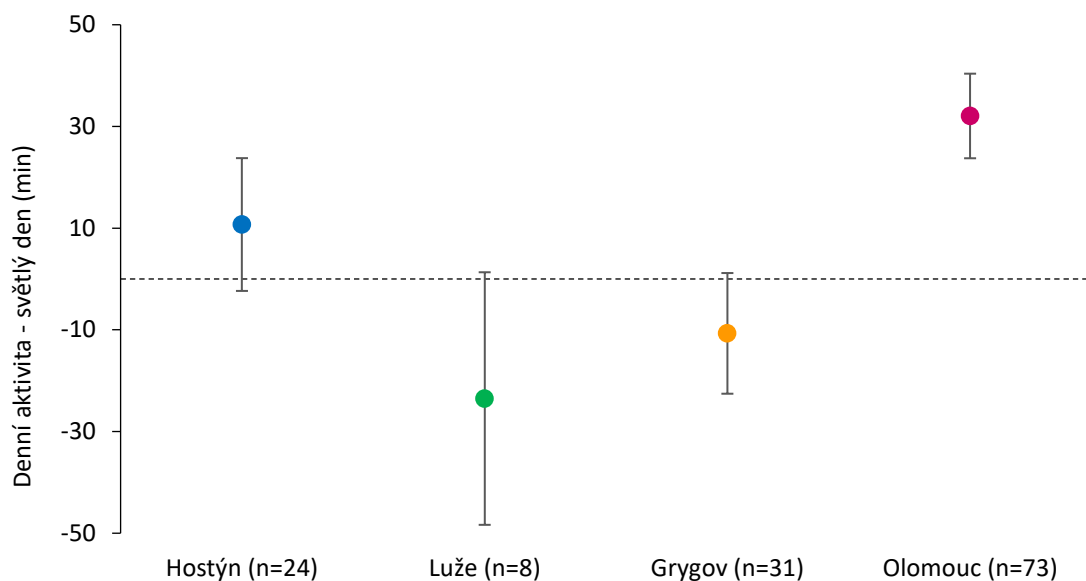
Obr. 6: Začátek denní aktivity kosa černého vůči východu slunce v průběhu sezóny. Křivky znázorňují kvadratické funkce spočítané zvlášť pro jednotlivé lokality (viz Obr. 5).



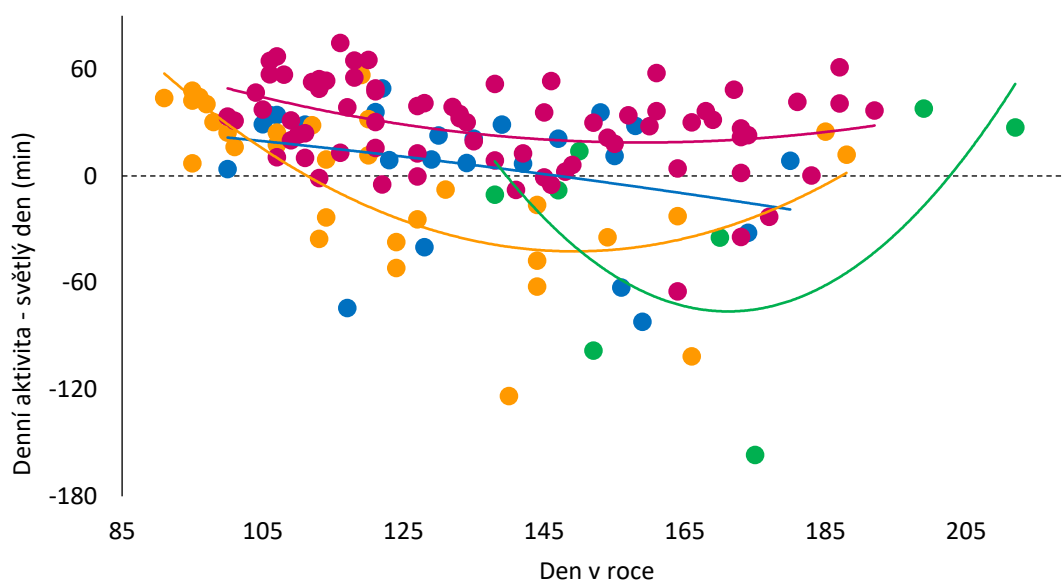
Obr. 7: Konec denní aktivity kosa černého vůči západu slunce v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o kvadratický efekt kalendářního data (den = 120).



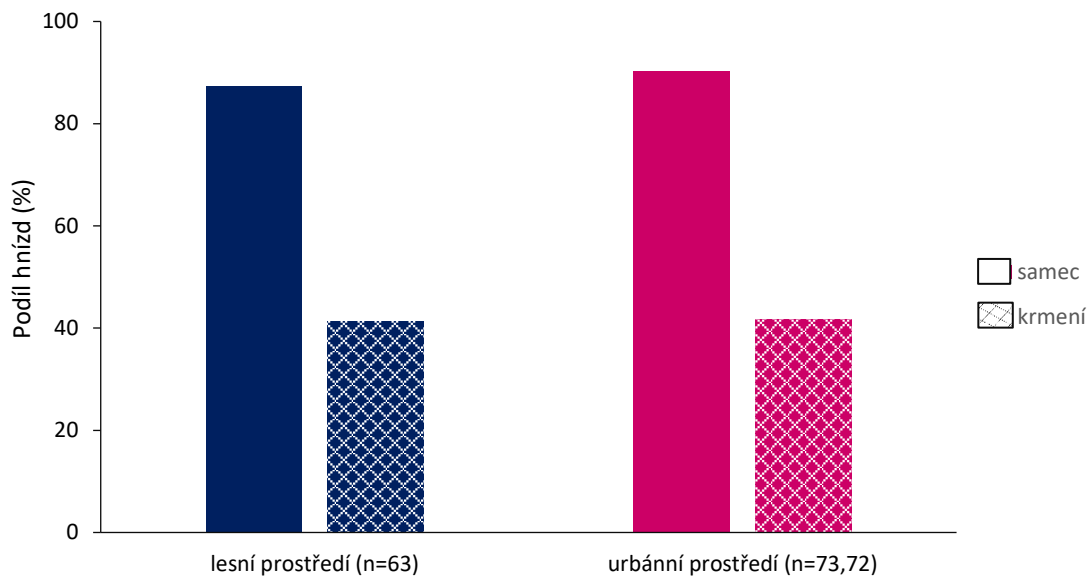
Obr. 8: Konec denní aktivity kosa černého vůči západu slunce v průběhu sezóny. Křivky znázorňují kvadratické funkce spočítané zvlášť pro jednotlivé lokality (viz Obr. 7).



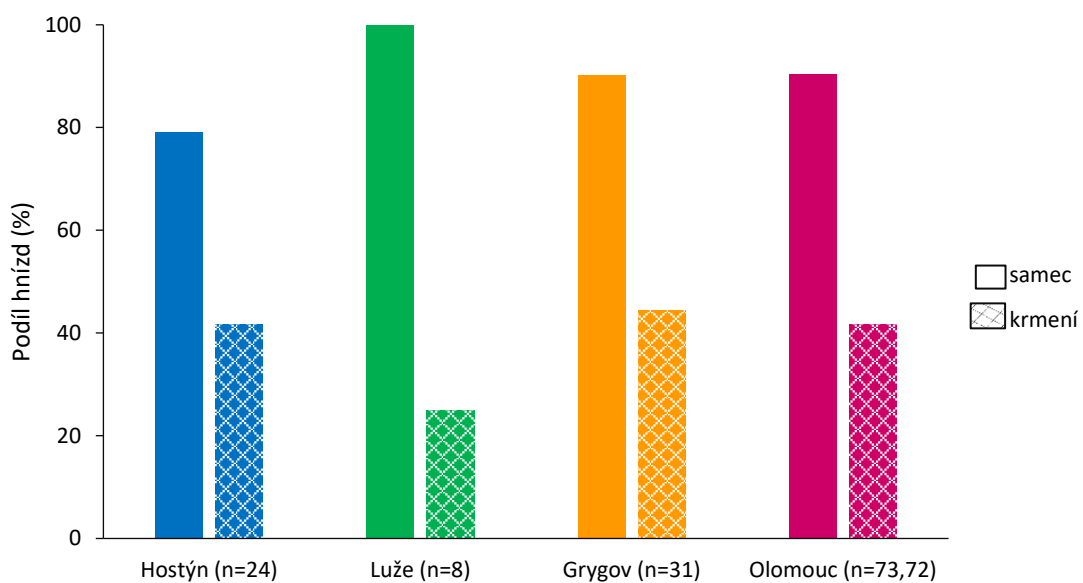
Obr. 9: Délka denní aktivity kosa černého vůči světlému dni v lesním (Hostýn, Luže, Grygov) a urbánním (Olomouc) prostředí. Zobrazeny jsou průměry (95% CI) ošetřené o kvadratický efekt kalendářního data (den = 120).



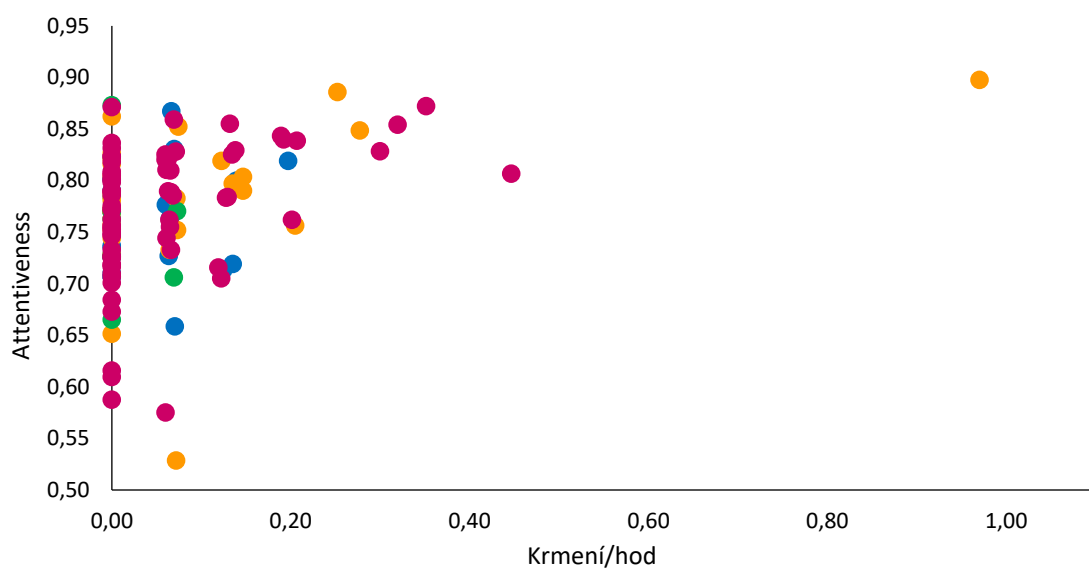
Obr. 10: Délka denní aktivity kosa černého vůči světlému dni v průběhu sezóny. Křivky znázorňují kvadratické funkce spočítané zvlášť pro jednotlivé lokality (viz Obr. 9).



Obr. 11: Návštěvy samce kosa černého na hnízdě (plné sloupce) a inkubační krmení samice samcem (šrafované sloupce) v lesním a urbánním prostředí.



Obr. 12: Návštěvy samce kosa černého na hnízdě (plné sloupce) a inkubační krmení samice samcem (šrafované sloupce) na jednotlivých lokalitách v lesním a urbánním (Olomouc) prostředí.



Obr. 13: Vztah mezi attentiveness a frekvencí inkubačního krmení na jednotlivých lokalitách (viz Obr. 12)

Tabulka 2: Inkubační parametry kosa černého v lesním a urbánním (Olomouc) prostředí. Uvedeny jsou prosté popisné statistiky nezohledňující vliv kovariát.

Proměnná	Lokalita	Průměr	95% CI		SE	N
Délka inkubační směny (min)						
	Krkonoše	35,79	0,00	73,84	8,84	3
	Hostýn	42,79	35,63	49,96	3,46	24
	Luže	43,11	28,16	58,06	6,32	8
	Grygov	41,43	34,99	47,87	3,15	31
	Olomouc	36,66	32,74	40,59	1,97	73
Délka absence samice (min)						
	Krkonoše	36,38	0,00	149,65	26,33	3
	Hostýn	12,26	10,24	14,29	0,98	24
	Luže	12,55	9,75	15,36	1,19	8
	Grygov	10,39	8,76	12,02	0,80	31
	Olomouc	9,84	8,96	10,72	0,44	73
Počet směn/h						
	Krkonoše	1,25	0,00	3,55	0,53	3
	Hostýn	1,20	1,04	1,35	0,08	24
	Luže	1,19	0,85	1,52	0,14	8
	Grygov	1,28	1,13	1,43	0,07	31
	Olomouc	1,45	1,34	1,56	0,06	73
Attentiveness						
	Krkonoše	0,59	0,00	1,19	0,14	3
	Hostýn	0,76	0,74	0,78	0,01	24
	Luže	0,75	0,70	0,80	0,02	8
	Grygov	0,78	0,76	0,81	0,01	31
	Olomouc	0,77	0,76	0,79	0,01	73
Frekvence krmení/h (u všech hnízd)						
	Krkonoše	0,04	0,00	0,21	0,04	3
	Hostýn	0,04	0,02	0,07	0,01	24
	Luže	0,02	0,00	0,05	0,01	8
	Grygov	0,08	0,02	0,15	0,03	31
	Olomouc	0,06	0,03	0,08	0,01	72
Frekvence krmení/h (u hnízd s krmením)						
	Krkonoše	0,12	x	x	x	1
	Hostýn	0,10	0,07	0,13	0,01	10
	Luže	0,07	0,05	0,09	0,00	2
	Grygov	0,19	0,06	0,33	0,06	14
	Olomouc	0,14	0,10	0,17	0,02	30

Tabulka 3: Aktivita kosa černého v lesním a urbánním (Olomouc) prostředí. Uvedeny jsou prosté popisné statistiky nezohledňující vliv kovariát.

Proměnná	Lokalita	Průměr	95% CI		SE	N
Začátek aktivity (min vůči východu slunce)						
	Krkonoše	7,10	-161,39	175,59	39,16	3
	Hostýn	-16,61	-20,34	-12,88	1,80	24
	Luže	3,15	-29,26	35,56	13,71	8
	Grygov	-15,91	-22,13	-9,69	3,05	31
	Olomouc	-23,96	-27,01	-20,90	1,53	73
Konec aktivity (min vůči západu slunce)						
	Krkonoše	-50,28	-303,27	202,70	58,80	3
	Hostýn	-11,00	-24,49	2,49	6,52	24
	Luže	-25,44	-64,22	13,34	16,40	8
	Grygov	-18,27	-31,86	-4,67	6,66	31
	Olomouc	4,63	0,36	8,91	2,15	73
Denní aktivita (min vůči světlému dni)						
	Krkonoše	-57,38	-279,42	164,65	51,60	3
	Hostýn	5,61	-9,77	20,99	7,44	24
	Luže	-28,60	-84,58	27,39	23,68	8
	Grygov	-2,35	-18,52	13,82	7,92	31
	Olomouc	28,59	22,75	34,44	2,93	73

Tabulka 4: Návštěvy hnízd a inkubační krmení samice samcem kosa černého v lesním a urbánním (Olomouc) prostředí.

Proměnná	Lokalita	Podíl hnízd (%)	Počet výskytů	Celkem hnízd
Přítomnost samce				
	Krkonoše	100,00	3	3
	Hostýn	79,20	19	24
	Luže	100,00	8	8
	Grygov	90,30	28	31
	Olomouc	90,40	66	73
Inkubační krmení				
	Krkonoše	33,30	1	3
	Hostýn	41,70	10	24
	Luže	25,00	2	8
	Grygov	44,40	14	31
	Olomouc	41,70	30	72

Tabulka 5: Návštěvy jiných druhů u hnízd kosa černého (N=139).

Český název	Vědecký název	Počet výskytů	Doba výskytu
Pěvci			
sýkora koňadra	<i>Parus major</i>	5	den
vrabec obecný	<i>Passer domesticus</i>	1	den
vrabec polní	<i>Passer montanus</i>	1	den
pěnice černohlavá	<i>Sylvia atricapilla</i>	1	den
ťuhák obecný	<i>Lanius collurio</i>	1	den
sýkora modřínka	<i>Cyanistes caeruleus</i>	2	den
holub hřivnáč	<i>Columba palumbus</i>	1	den
kos černý	<i>Turdus merula</i>	2	den
budníček menší	<i>Phylloscopus collybita</i>	1	den
Dravci			
káně lesní	<i>Buteo buteo</i>	1	den
krahujec obecný	<i>Accipiter nisus</i>	2	den
Savci			
veverka obecná	<i>Sciurus vulgaris</i>	1	den
kuna skalní	<i>Martes foina</i>	1	noc
norník rudý	<i>Myodes glareolus</i>	5	noc
myšice lesní	<i>Apodemus flavicollis</i>	2	noc

5 Diskuze

5.1 Inkubační chování

Inkubační chování je ovlivněno mnoha parametry. Závisí jen na samotné samici, jakou energii vynaloží na inkubaci vajec, sebeúdržbu a další aktivity (Haftorn 1988). Inkubace vajec je pro samice inkubující bez pomoci samce energeticky velmi vyčerpávající. Čím delší jsou inkubační směny, tím rostou energetické nároky (Matysioková et al. 2011).

Délka inkubační směny se liší v rámci variability chování samic a v závislosti na charakteristikách lokality. Délka inkubačních směn se v mé práci mezi lesním a urbánním prostředím signifikantně lišila. Tím jsem potvrdila, že městské populace mají opravdu kratší inkubační směny (Partecke et al. 2004, Partecke & Gwinner 2007).

Pro vyrovnaní energetických nákladů vynaložených v průběhu inkubace vajec slouží absence samice, během které si samice shání potravu pro sebeúdržbu (Matysioková et al. 2011). Při porovnání délky absence mezi lokalitami jsem nezaznamenala statisticky významný efekt, zatímco při porovnání dvou typů prostředí jsem zaznamenala signifikantně kratší absence ve městě. V souladu s mírně delší absencí samice na lesních lokalitách je pozorování z Krkonoš, kde průměrná délka absence byla 36 min. Chování jedné samice na krkonošské lokalitě výrazně ovlivnilo průměrnou délku absence samic, jelikož tato samice v průběhu dne provedla pouze pět směn s velmi dlouhými absencemi, kdy nejdelší trvala 2 hod a 35 min (Příloha 3).

Frekvence aktivity na hnízdě je důsledkem evolučního přizpůsobení predáčnímu tlaku. Hrozí-li pěvcům vysoké riziko predace v oblasti hnízda, minimalizují svoji aktivitu, a proto inkubují vejce v delších inkubačních směnách a delších absencích, aby na hnízdo nepřilákali predátory (Haftorn 1988). V urbánní prostředí města Olomouc jsem zaznamenala rychlejší inkubační rytmus v důsledku zkrácení inkubačních směn a absencí samice, které mohly být ovlivněny teplejším mikroklimatem či rušivými elementy ve městě (Ludvig et al. 1995).

Každá samice si v rámci inkubačního chování přerozděluje energii mezi inkubací vajec a ostatními aktivitami (Haftorn 1988). Při porovnání lesního a urbánního prostředí

jsem nezaznamenala rozdíl v attentiveness. V rámci urbánního prostředí jsem očekávala lehce nižší hodnotu attentiveness z důvodu teplejšího mikroklimatu, které by umožňovalo snížení attentiveness. Na lokalitě v Krkonoších, která se vyskytuje ve vyšší nadmořské výšce, a tedy v chladnějším prostředí, jsem očekávala nejvyšší attentiveness. Právě naopak tato lokalita měla nejnižší attentiveness, a to pravděpodobně z důvodu chování jedné samice, která měla velmi pomalý inkubační rytmus a délka absencí této samice velmi přesahovala délku inkubačních směn. Inkubační parametry se mohou lišit jak v rámci druhu, tak mezi druhy, především v závislosti podnebném pásu. V rámci pěvců mírného pásu, u samic inkubujících bez asistence samce, attentiveness obvykle dosahuje 60–80 % z doby denní aktivity (Zerba & Morton 1983). Pěvci vyskytující se v tropech obecně tráví méně času inkubací, mají nižší attentiveness. Důsledkem nižší attentiveness je zpomalený embryonální vývoj, který vede k prodloužení inkubační periody. Nejnižší zaznamenané hodnoty attentiveness u tropických druhů byly 49 a 56 % (Tieleman et al. 2004, Chalfoun & Martin 2007).

5.2 Denní aktivita

Lesní populace kosa černého zahajují denní aktivitu společně s východem slunce, u urbánní populace (zeměpisná šířka 48°07') je začátek aktivity udáván 29 min před východem slunce (Dominoni et al. 2013). V rámci mé práce jsem zjistila, že na lokalitě v Krkonoších a Luži samice zahájily denní aktivitu po východu slunce (Tabulka 2). Na zbylých lokalitách byla aktivita zahajována výrazně dříve. Samice z urbánního prostředí zahájily denní aktivitu nejdříve, a to 26 min před východem slunce, což by odpovídalo již publikovaným hodnotám.

Denní aktivity samice kosa černého končily signifikantně později v urbánním prostředí. V dříve publikovaných studiích bylo zjištěno, že kosi černí končí denní aktivitu v urbánním prostředí v průměru o 6 min později (Dominoni et al. 2013). V rámci mé práce se jednalo o rozdíl v ukončení aktivity o 24 min, tedy rozdíl je mnohem vyšší.

Dřívější zahajování, spolu s pozdějším ukončováním, vedlo k prodloužení celkové délky denní aktivity mezi lesním a urbánním prostředím o 36 min. Ačkoli tato korelativní studie nemůže odhalit příčinné mechanismy, lze spekulovat, že významným faktorem je

světelné znečištění, podobně jako v jiných městech (Luniak et al. 1990, Dominoni & Partecke 2015). Relativní načasování aktivity v této práci se měnilo v průběhu sezóny, což ztěžuje porovnání s ostatními výsledky pouze na základě jedné průměrné hodnoty.

5.3 Inkubační krmení

Inkubační krmení je důležitým faktorem z pohledu zisku energie (Tieleman et al. 2004). Při porovnání lesního a urbánního prostředí jsem neznamenala rozdíl v proporci hnízd navštěvovaných samcem ani v proporci hnízd, kde docházelo k inkubačnímu krmení. Frekvence inkubačního krmení na hodinu denní aktivity byla ale velice nízká a výrazně se nelišila mezi lokalitami či typy prostředí (Tabulka 2). Inkubační krmení tvořilo jen zlomek návštěv samcem. Inkubační krmení může ovlivnit chování samice tak, že ji umožní strávit více času inkubací vajec (Tieleman et al. 2004). I přes celkově nízkou frekvenci inkubačního krmení jsem zjistila mírně pozitivní efekt inkubačního krmení na attentiveness.

5.4 Návštěvy jiných druhů u hnízd

Pěvci běžně navštěvují hnízda jiných druhů a nepředstavují pro ně riziko z hlediska predace, zatímco dravci a savci představují pro obsah hnízda a hnízdící samice velké riziko. Míra predace závisí na několika faktorech. Je ovlivněna vnějšími faktory, mezi které patří např. typ habitatu, rušivé elementy ze strany člověka (Petit & Petit 1996, Jokimäki & Huhta 2000, Huhta & Jokimäki 2001) a délka prováděného experimentu (Richardson et al. 2009). Mezi další významné faktory patří zejména umístění hnízda (Osborne & Osborne 1980, Møller 1988, Wilson & Cooper 1998), vlastnosti hnízda (Grégoire et al. 2003), obrana hnízda (Nilsson 1984, Kryštofková et al. 2011) a velikost snůšky (Cresswell 1997) a frekvence inkubačního krmení (Tieleman et al. 2004). Jelikož pěvci nejsou fyzicky schopni uchránit hnízdo před většími predátory, je pro ně výhodné stavět hnízda skrytě (Haftorn 1988).

Mezi nejčastější predátory otevřeně hnízdících lesních pěvců ve střední Evropě patří zejména kuna lesní a kuna skalní (*Martes martes*, *M. foina*), sojka obecná (*Garrulus glandarius*), káně lesní (*Buteo buteo*) a strakapoud velký (*Dendrocopos major*) (Weidinger 2009). Mezi další potenciální predátory patří kočka domácí (*Felis catus*),

veverka obecná (*Sciurus vulgaris*), norník rudý (*Myodes glareolus*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), prase divoké u pozemních hnízd (*Sus scrofa*), pušтік obecný (*Strix aluco*) a další (Schaefer 2004, Stevens et al. 2008, Maziarz et al. 2019). Jako obranu před predátory ptáci mohou využít dva typy strategií, které se liší nejen mezi druhy ale i v rámci druhu. První strategie je skrytí hnízda. Obecně platí, čím vyšší skrytost hnízda, tím vyšší reprodukční hnízdní úspěšnost. Druhá strategie je založená na přímé obraně hnízda, které je hůře skryto (Wilson & Cooper 1998, Grégoire et al. 2003). V průběhu pozorování nahrávek jsem zaznamenala jak návštěvy hnízd ze strany pěvců, tak ze strany potenciálních predátorů. Zaznamenání potenciální predátoři se shodovali s nejčastějšími predátory otevřeně hnízdicích pěvců (Tabulka 5).

Používání malých kamer k zaznamenávání aktivity v hnízdě je vhodné. Může se tak zamezit nechtěnému prozrazení hnízda v případě opakovaných návštěv, které mohou ovlivnit chování ptáků či okolních živočichů (Weidinger 2008, Ibáñez-Álamo & Soler 2010b). Ze 169 zpracovaných denních snímků od 139 hnízd jsem zaznamenala pouze jeden případ, kdy chování inkubující samice bylo zjevně ovlivněno přítomností kamery.

6 Závěr

Inkubační chování a denní aktivita kosa černého se v lesním a urbánním prostředí výrazně lišila. V urbánním prostředí samice vykazovaly rychlejší inkubační rytmus v důsledku kratších inkubačních směn a absencí. Výsledná attentiveness ale zůstala nepozměněná. V urbánním prostředí denní aktivita začínala dříve a později končila, tedy doba denní aktivity byla delší a přesahovala délku světlého dne. Sezóna měla významný vliv na aktivitu kosa černého, kdy zahajoval aktivitu relativně dříve a končil aktivitu relativně později na začátku a konci sezóny. Samci navštěvovali hnízda a krmili inkubující samice s podobnou četností v lesním i urbánním prostředí.

7 Literatura

Álvarez, E., & Barba, E. (2014). Within and between population variations of incubation rhythm of great tits *Parus major*. *Behaviour*, 151, 1827–1845.

Antrop, M. (2004). Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 67, 9–26.

Badyaev, A. V., Hill, G. E., & Beck, M. L. (2003). Interaction between maternal effects: onset of incubation and offspring sex in two populations of a passerine bird. *Oecologia*, 135, 386–390.

Bichet, C., Scheifler, R., Cœurdassier, M., Julliard, R., Sorci, G., & Loiseau, C. (2013). Urbanization, trace metal pollution, and malaria prevalence in the house sparrow. *PLoS One*, 8, e53866.

Boulton, R. L., & Cassey, P. (2012). How avian incubation behaviour influences egg surface temperatures: relationships with egg position, development and clutch size. *Journal of Avian Biology*, 43, 289–296.

Brahmia, Z., Scheifler, R., Crini, N., Maas, S., Giraudoux, P., & Benyacoub, S. (2013). Breeding performance of blue tits (*Cyanistes caeruleus ultramarinus*) in relation to lead pollution and nest failure rates in rural, intermediate, and urban sites in Algeria. *Environmental Pollution*, 174, 171–178.

Calegario-Marques, C., & Amato, S. B. (2014). Urbanization breaks up host-parasite interactions: a case study on parasite community ecology of rufous-bellied thrushes (*Turdus rufiventris*) along a rural-urban gradient. *PLoS One*, 9, e103144.

Conway, C. J., & Martin, T. E. (2000). Evolution of passerine incubation behavior: influence of food, temperature, and nest predation. *Evolution*, 54, 670–685.

Cresswell, W. (1997). Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behaviour. *Animal Behaviour*, 53, 93–103.

- Desrochers, A., & Magrath, R. D. (1993). Age-specific fecundity in European Blackbirds (*Turdus merula*): individual and population trends. *Auk*, 110, 255–263
- Dominoni, D. M., & Partecke, J. (2015). Does light pollution alter daylength? A test using light loggers on free-ranging European blackbirds (*Turdus merula*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370, 20140118.
- Dominoni, D. M., Helm, B., Lehmann, M., Dowse, H. B., & Partecke, J. (2013). Clocks for the city: circadian differences between forest and city songbirds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280, 20130593.
- Drent, R. H. (1970). Functional aspects of incubation in the Herring Gull. *Behaviour. Supplement*, 17, 1–132.
- Evans, K. L., Gaston, K. J., Frantz, A. C., Simeoni, M., Sharp, S. P., McGowan, A., Dawson, D. A., Walasz, K., Partecke, J., Burke, T. & Hatchwell, B. J. (2009). Independent colonization of multiple urban centres by a formerly forest specialist bird species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 2403–2410.
- Faivre, B., Pr eault, M., Th ery, M., Secondi, J., Patris, B., & C ezilly, F. (2001). Breeding strategy and morphological characters in an urban population of blackbirds, *Turdus merula*. *Animal Behaviour*, 61, 969–974.
- Fuller, R. A., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters*, 3, 368–370.
- Gr egoire, A., Garnier, S., Dr eano, N., & Faivre, B. (2003). Nest predation in Blackbirds (*Turdus merula*) and the influence of nest characteristics. *Ornis Fennica*, 80, 1–10.
- Gryczyńska, A. (2018). Urban and forest-living blackbirds *Turdus merula* as hosts of *Borrelia* spp. infected ticks. *Polish Journal of Ecology*, 66, 309–314.
- Haftorn, S. (1988). Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the 'physiological zero temperature' during their absences from the nest. *Ornis Scandinavica*, 19, 97–110.

- Hatchwell, B. J., Chamberlain, D. E., & Perrins, C. M. (1996). The demography of blackbirds *Turdus merula* in rural habitats: is farmland a sub-optimal habitat? *Journal of Applied Ecology*, 33, 1114–1124.
- Huhta, E., & Jokimäki, J. (2001). Breeding occupancy and success of two hole-nesting passerines: the impact of fragmentation caused by forestry. *Ecography*, 24, 431–440.
- Chalfoun, A. D., & Martin, T. E. (2007). Latitudinal variation in avian incubation attentiveness and a test of the food limitation hypothesis. *Animal Behaviour*, 73, 579–585.
- Ibáñez-Álamo, J. D., & Soler, M. (2010a). Does urbanization affect selective pressures and life-history strategies in the common blackbird (*Turdus merula* L.)? *Biological Journal of the Linnean Society*, 101, 759–766.
- Ibáñez-Álamo, J. D., & Soler, M. (2010b). Investigator activities reduce nest predation in blackbirds *Turdus merula*. *Journal of Avian Biology*, 41, 208–212.
- Jokimäki, J., & Huhta, E. (2000). Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *Condor*, 102, 838–847.
- Kryštofková, M., Haas, M., & Exnerová, A. (2011). Nest defense in blackbirds *Turdus merula*: effect of predator distance and parental sex. *Acta Ornithologica*, 46, 53–61.
- Ludvig, E., Vanicsek, L., Torok, J., & Csorgo, T. (1995). Seasonal variation of clutch size in the European blackbird *Turdus merula*: a new ultimate explanation. *Journal of Animal Ecology*, 64, 85–94.
- Lundy, H. (1969). A review of the effects of temperature, humidity, turning and gaseous environment in the incubator on the hatchability of the hen's egg. Pp. 143–176 in Carter, T. & Freeman, B., eds. *The Fertility and Hatchability of Hen's Egg*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Luniak, M. (2004). Synurbization—adaptation of animal wildlife to urban development. Pp. 50–55 in Shaw, W. W., Harris, L. K. & Vandruff, L., eds. *Proceedings of the 4th International Symposium on Urban Wildlife Conservation*. University of Arizona, Tucson.

Luniak, M., Mulsow, R. & Walasz, K. (1990). Urbanization of the European blackbird — Expansion and adaptations of urban populations. Pp 187–198 in Luniak, M., ed. *Urban Ecological Studies in Central Andeastern Europe; International Symposium Warsaw, Poland*. Polish Academy of Sciences, Warsaw.

Magrath, R. D. (1991). Nestling weight and juvenile survival in the blackbird, *Turdus merula*. *Journal of Animal Ecology*, 60, 335–351.

Magrath, R. D. (1992). Roles of egg mass and incubation pattern in establishment of hatching hierarchies in the blackbird (*Turdus merula*). *Auk*, 109, 474–487.

Mainwaring, M. C., Deeming, D. C., Jones, C. I., & Hartley, I. R. (2014). Adaptive latitudinal variation in Common Blackbird *Turdus merula* nest characteristics. *Ecology and Evolution*, 4, 851–861.

Martin, T. E., Auer, S. K., Bassar, R. D., Niklison, A. M., & Lloyd, P. (2007). Geographic variation in avian incubation periods and parental influences on embryonic temperature. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 61, 2558–2569.

Matysioková, B., & Remeš, V. (2010). Incubation feeding and nest attentiveness in a socially monogamous songbird: role of feather colouration, territory quality and ambient environment. *Ethology*, 116, 596–607.

Matysioková, B., & Remeš, V. (2013). Faithful females receive more help: the extent of male parental care during incubation in relation to extra-pair paternity in songbirds. *Journal of Evolutionary Biology*, 26, 155–162.

Matysioková, B., & Remeš, V. (2014). The importance of having a partner: male help releases females from time limitation during incubation in birds. *Frontiers in Zoology*, 11, 1–10.

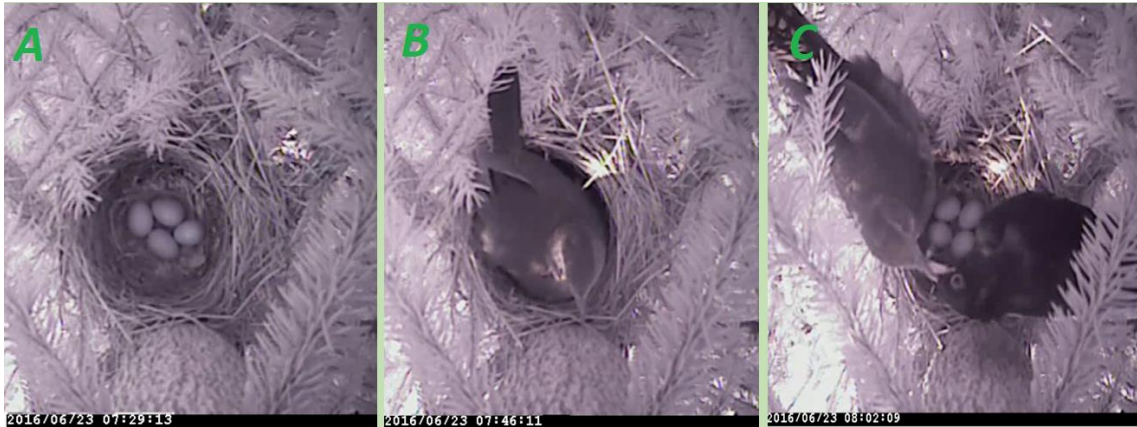
Matysioková, B., & Remeš, V. (2018). Evolution of parental activity at the nest is shaped by the risk of nest predation and ambient temperature across bird species. *Evolution*, 72, 2214–2224.

- Matysioková, B., Cockburn, A., & Remeš, V. (2011). Male incubation feeding in songbirds responds differently to nest predation risk across hemispheres. *Animal Behaviour*, 82, 1347–1356.
- Maziarz, M., Grendelmeier, A., Wesolowski, T., Arlettaz, R., Broughton, R. K., & Pasinelli, G. (2019). Patterns of predator behaviour and Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix* nest survival in a primeval forest. *Ibis*, 161, 854–866.
- Mendes, S., Colino-Rabanal, V. J., & Peris, S. J. (2011). Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*). *Landscape and Urban Planning*, 99, 51–57.
- Møller, A. P. (1988). Nest predation and nest site choice in passerine birds in habitat patches of different size: a study of magpies and blackbirds. *Oikos*, 53, 215–221.
- Møller, A. P. (2008). Flight distance of urban birds, predation, and selection for urban life. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 63–75.
- Osborne, P., & Osborne, L. (1980). The contribution of nest site characteristics to breeding-success among blackbirds *Turdus merula*. *Ibis*, 122, 512–517.
- Parker, T. S., & Nilon, C. H. (2008). Gray squirrel density, habitat suitability, and behavior in urban parks. *Urban Ecosystems*, 11, 243–255.
- Partecke, J., & Gwinner, E. (2007). Increased sedentariness in European blackbirds following urbanization: a consequence of local adaptation? *Ecology*, 88, 882–890.
- Partecke, J., Van't Hof, T., & Gwinner, E. (2005). Underlying physiological control of reproduction in urban and forest-dwelling European blackbirds *Turdus merula*. *Journal of Avian Biology*, 36, 295–305.
- Partecke, J., Van't Hof, T., & Gwinner, E. (2004). Differences in the timing of reproduction between urban and forest European blackbirds (*Turdus merula*): result of phenotypic flexibility or genetic differences? *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271, 1995–2001.

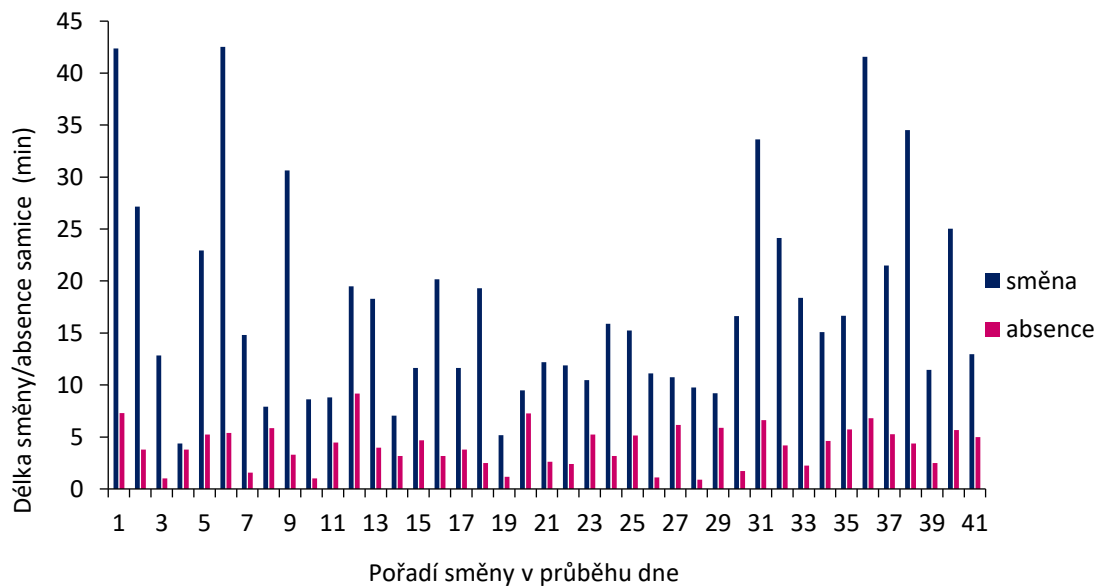
- Petit, L. J., & Petit, D. R. (1996). Factors governing habitat selection by prothonotary warblers: field tests of the Fretwell-Lucas models. *Ecological Monographs*, 66, 367–387.
- Pietz, P. J., & Granfors, D. A. (2000). Identifying predators and fates of grassland passerine nests using miniature video cameras. *Journal of Wildlife Management*, 64, 71–87.
- Remeš, V., Freckleton, R. P., Tökölyi, J., Liker, A., & Székely, T. (2015). The evolution of parental cooperation in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 13603–13608.
- Richardson, T. W., Gardali, T., & Jenkins, S. H. (2009). Review and meta-analysis of camera effects on avian nest success. *Journal of Wildlife Management*, 73, 287–293.
- Rohwer, V. G., & Purcell, J. R. (2019). Geographic variation in incubation behavior of a widely distributed passerine bird. *PloS One*, 14, e0219907.
- Saccavino, E., Krämer, J., Klaus, S., & Tietze, D. T. (2018). Does urbanization affect wing pointedness in the Blackbird *Turdus merula*? *Journal of Ornithology*, 159, 1043–1051.
- Sepp, T., McGraw, K. J., Kaasik, A., & Giraudeau, M. (2018). A review of urban impacts on avian life-history evolution: Does city living lead to slower pace of life? *Global Change Biology*, 24, 1452–1469.
- Schaefer, T. (2004). Video monitoring of shrub-nests reveals nest predators. *Bird Study*, 51, 170-177.
- Slabbekoorn, H., & Ripmeester, E. A. P. (2008). Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Molecular Ecology*, 17, 72–83.
- Snow, D. W. (1958). The breeding of the Blackbird *Turdus merula* at Oxford. *Ibis*, 100, 1–30.
- Stevens, D. K., Anderson, G. Q., Grice, P. V., Norris, K., & Butcher, N. (2008). Predators of Spotted Flycatcher *Muscicapa striata* nests in southern England as determined by digital nest-cameras. *Bird Study*, 55, 179–187.

- Stevens, D. K., Anderson, G. Q., Grice, P. V., Norris, K., & Butcher, N. (2008). Predators of Spotted Flycatcher *Muscicapa striata* nests in southern England as determined by digital nest-cameras. *Bird Study*, 55, 179-187.
- Tieleman, B. I., Williams, J. B., & Ricklefs, R. E. (2004). Nest attentiveness and egg temperature do not explain the variation in incubation periods in tropical birds. *Functional Ecology*, 18, 571–577.
- Weidinger, K. (2001). Laying dates and clutch size of open-nesting passerines in the Czech Republic: a comparison of systematically and incidentally collected data. *Bird Study*, 48, 38–47.
- Weidinger, K. (2008). Nest monitoring does not increase nest predation in open-nesting songbirds: inference from continuous nest-survival data. *Auk*, 125, 859–868.
- Weidinger, K. (2009). Nest predators of woodland open-nesting songbirds in central Europe. *Ibis*, 151, 352–360.
- Wilson, R. R., & Cooper, R. J. (1998). Acadian Flycatcher nest placement: does placement influence reproductive success? *Condor*, 100, 673–679.
- Wysocki, D., Adamowicz, J., Kosciow, R., & Smietana, P. (2004). The size of breeding territory in an urban population of the Blackbird (*Turdus merula*) in Szczecin (NW Poland). *Ornis Fennica*, 81, 1–12.
- Wysocki, D., Jankowiak, Ł., Greño, J. L., Cichocka, A., Sondej, I., & Michalska, B. (2015). Factors affecting nest size in a population of Blackbirds *Turdus merula*. *Bird Study*, 62, 208–216.
- Zerba, E., & Morton, M. L. (1983). The rhythm of incubation from egg laying to hatching in Mountain White-crowned Sparrows. *Ornis Scandinavica*, 14, 188–197.

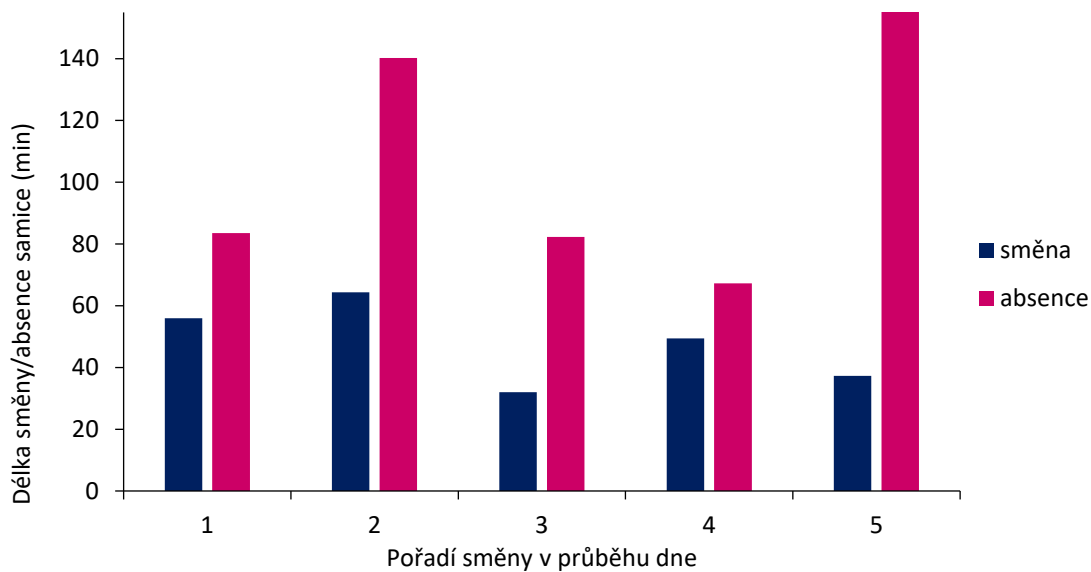
1 Přílohy



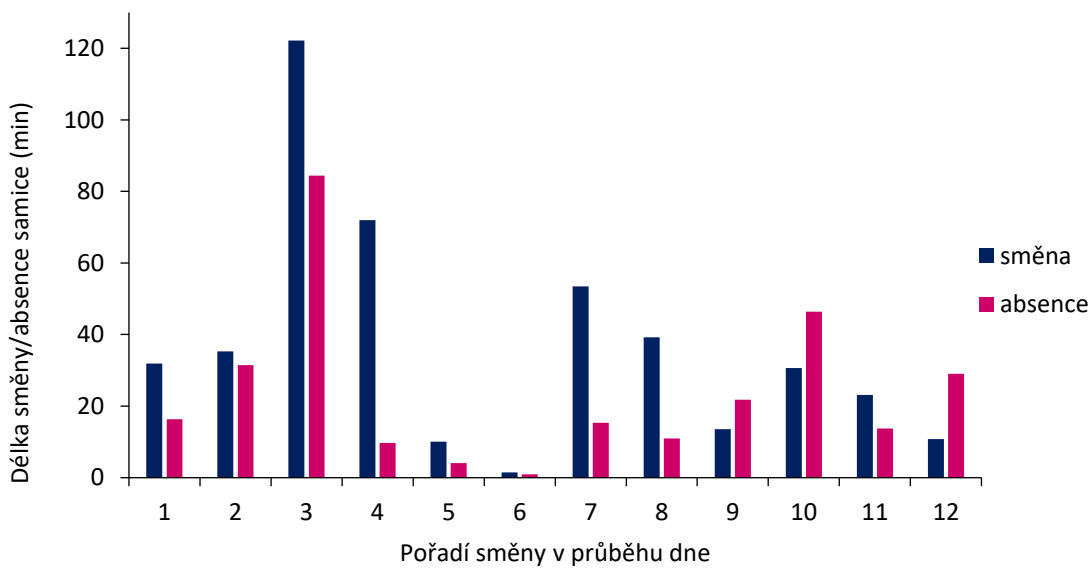
Příloha 1: Příklady inkubačního chování kosa černého na snímcích video záznamu hnízda: A absence samice, B inkubační směna, C inkubační krmení.



Příloha 2: Denní variabilita v délce inkubační směny a absence samice kosa černého u hnízda s nejrychlejším inkubačním rytmem na lokalitě Olomouc (07.05.2014).



Příloha 3: Denní variabilita v délce inkubační směny a absence samice kosa černého u hnízda s nejpomalejším inkubačním rytmem na lokalitě v *Krkonoších* (08.05.19).



Příloha 4: Denní variabilita inkubační směny a absence samice kosa černého u hnízda navštíveného potenciálním predátorem (káně lesní – *Buteo buteo*) v lesním prostředí na lokalitě *Grygov* (04.04.2016). Zaznamenaná návštěva v rámci 3. absence.